



VILNIAUS UNIVERSITETAS
CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS
GEOMOKSLŲ INSTITUTAS
HIDROGEOLOGIJOS IR INŽINERINĖS GEOLOGIJOS KATEDRA

Elvinas Paplauskas

Hidrogeologijos ir inžinerinės geologijos studijų programa
Magistro baigiamasis darbas

**VAKARŲ LIETUVOS ŠVENTOSIOS – UPNINKŲ VANDENINGO
KOMPLEKSO MINERALINIO VANDENS CHEMINĖS SUDĖTIES
FORMAVIMASIS**

Darbo vadovė
dr. Jurga Arustienė

(leidimas ginti, data, parašas)

Darbo įteikimo data _____

Registracijos Nr. _____

Vilnius 2020



VILNIUS UNIVERSITY
FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES
INSTITUTE OF GEOSCIENCES
DEPARTMENT OF THE HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY

Elvinas Paplauskas

Hydrogeology and engineering geology master degree programme
Master thesis

**MINERAL WATER FORMATION OF ŠVENTOJI – UPNINKAI
AQUIFER COMPLEX IN WESTERN LITHUANIA**

Scientific adviser
dr. Jurga Arustienė

(permission to defend, date, signature)

Date of submission _____

Registration No. _____

Vilnius 2020

TURINYS

ĮVADAS.....	4
1. POŽEMINIO VANDENS CHEMINĖS SUDĖTIES FORMAVIMASIS.....	6
1.1. Veiksniai, procesai ir aplinkos.....	8
1.2. Giluminio požeminio vandens formavimosi ypatybės	10
1.3. Požeminio vandens hidrocheminis zoniškumas arteziniuose baseinuose	11
2. TYRIMŲ RAJONO CHARAKTERISTIKA.....	14
2.1 Tyrimų rajono ribos.....	14
2.2 Tyrimų rajono fizinės - geografinės sąlygos.....	14
2.3 Tyrimų rajono geologinis-hidrogeologinis iširtumas.....	15
2.4 Geologinės – hidrogeologinės sąlygos.....	17
2.5 Požeminio vandens naudojimas.....	21
3. DARBO METODIKA.....	23
3.1. Informacijos šaltiniai.....	23
3.2. Hidrogeologinių grėžinių grėžimas Palangoje ir tyrimai juose.....	24
3.3. Hidrogeologinių sąlygų charakterizavimas/pjūvio sudarymas.....	26
3.4. Hidrocheminių tyrimų duomenų bazės suformavimas.....	27
3.5. Hidrocheminių duomenų analizė, vandens kokybės vertinimas, žemėlapių sudarymas.....	28
4. ŠVENTOSIOS-UPNINKŲ VANDENINGO KOMPLEKSO CHEMINĖS SUDĖTIES FORMAVIMASIS.....	32
4.1. Geologinės-hidrogeologinės ypatybės.....	32
4.2. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos kaitos dėsninčiai.....	33
4.3. Paleohidrogeologinė raida.....	35
IŠVADOS.....	37
SANTRAUKA.....	38
SUMMARY.....	39
LITERATŪRA.....	40
PRIEDAI.....	42

ĮVADAS

Dabartinė Lietuvos teritorija šimtus milijonų metų buvo veikiamą įvairių geologinių veiksnių ir procesų – po mūsų kojomis slūgso ir aptinkami visų periodų uolienos bei nuogulos, kurios susidarė jūrinėmis, lagūninėmis ar žemyninėmis aplinkos sąlygomis. Galima teigti, kad mums pasisekė, nes turime įrašytą geologinę istoriją, kuri duoda ne tik teorinių žinių ir pagrindą moksliniams darbams, bet turi ir praktinį panaudojimą. Gelmėse slypi įvairių naudingų iškasenų – retųjų žemių metalų, mineralų, naftos, dujų bei įvairios temperatūros ir mineralizacijos vandens. Pastarasis yra geriausias žinomas tirpiklis, kuris ne tik tirpdo uolienas, užpildo uolienų ar nuogulų tarpus bei poras, bet ir šimtus ar tūkstančius metų dalyvauja hidrologiniame cikle. Visa vandens hidrogeodinamika yra sudėtinga sistema, kurią hidrogeologai sistemingai tyrinėja daugiau nei šimta metų. Hidrogeologinių sąlygų tyrimams patikimiausias įrenginys yra gręžinys – juos įrengiant surenkama geologinė-hidrogeologinė informacija – pakeliamas kernas, atliekami geofiziniai tyrimai, atliekami išpumpavimai. Šių darbų metu gauta informacija suteikia supratimą apie žemės gelmių sandarą, litologiją, požeminio vandens dinamiką, hidrochemines savybes, jų formavimosi sąlygas. Dėl buvusių istorinių aplinkybių ir kitų socialinių veiksnių, išvardinti darbai buvai plačiai atlikti visoje Lietuvos teritorijoje okupacijos metais. Todėl turime daug sukauptos informacijos – jos dėka buvo parašyta ne viena disertacija, vadovėlis bei pradėta žemės gelmėse tūnančių turty eksploatacija.

Lietuvos žemės gelmės yra turtingos įvairiomis naudingomis iškasenos, tačiau galime pasidžiaugti, kad paties svarbiausio gelmių turto – vandens turime daug ir įvairios cheminės sudėties. Atlikti žemės gelmių tyrimai atskleidė hidrocheminius, hidrogeodinaminius požeminio vandens formavimosi dėsningumus, leido įvardyti vandenį talpinančias uolienas bei jų sistemas ir paskatino įvertinti požeminio vandens išteklius. Vanduo pagal savo mineralizaciją skirstomas į gėlą, kurio santykinė skiriančioji riba yra 1 g/l, o mineralinio vandens riba - iki 35 g/l, vandenys viršijantys šią ribą, laikomi sūrymais. Lietuvos požeminiam vandeniui būdingas vertikalus ir horizontalus hidrocheminis zoniškumas. Be to, dabartiniai slėniai, senslėniai ir paleojūrežiai, ypač sutampantys su tektoninių lūžių zonomis, sąlygoja anomalią mineralinio vandens iškrovą natūralių šaltinių pavidalu. Jie aptinkami palei Nemuną, Nerį, Merkį, Šventają, Verknę, Tatulą ir kitur. Tokiose aktyviose prieupio zonose formuojasi hidrodinamiškai sudėtingesni injekciniai mineralinio vandens telkiniai, o likusioje teritorijoje – sluoksninio tipo telkiniai, kuriuose natūraliai padidėja mineralizacija grimztant vandeningiesiems sluoksniams. Todėl Lietuvos teritorijoje skirtingame gylyje ir įvairių geologinių periodų uolienų stovymėse slypi išfiltravęs ar sedimentacinis mineralinis vanduo. Pastarasis skirtingose Lietuvos dalyse randamas nuo 250-350 metrų gylio, dažniausiai po pirma nuo žemės paviršiaus regionine vandenspara. Vakarų Lietuvoje ši riba yra apie 300 metrų gylyje, tai viršutinio devono Kuršių – Šiaulių svitos vandenspara skirianti gėlą ir mineralinį vandenį.

Darbo aktualumas: Nagrinėti būtent vakarų Lietuvos mineralinio vandens Šventosios – Upninkų vandeningąjį kompleksą paskatino ir įtraukė Palangoje atliekami mineralinio vandens paieškai skirti gręžinio įrengimo darbai, kuriuose teko dalyvauti, bei darbų metu patirti iššūkiai ir sunkumai.

Pastaruosiu metu vakarų Lietuvoje esantys kurortai pritraukia dideles investicijas į nekilnojamąjį turtą, kuris pritaikomas sveikatingumui, jaučiamas investuotojų domėjimasis hidrogeologinio profilio darbais. Tą skatina noras turėti nuosavą vandens išgavimo įrenginį iš kurio tiekiamas mineralinis vanduo tinkamas balneoterapijai. Užsakovai pageidauja tam tikros mineralizacijos ir cheminės sudėties mineralinio vandens.

Šventosios – Upninkų vandeningas kompleksas yra pagrindinis Vakarų Lietuvos mineralinio vandens šaltinis, tačiau sluoksnis yra nevienalytis litologiniu požiūriu, skiriasi jo hidrocheminės ir filtracinės savybės, pasireiškia horizontalus ir vertikalus zoniškumas. Išanalizavus turimą ir sukauptą geologinių darbų metų gautą informaciją, išsiaiškinus geologines-hidrogeologines sąlygas ir vandens cheminės sudėties formavimosi dėsninumus, galima geriau pasiruošti galimiems netikėtumams, tiksliau prognozuoti skirtingos sudėties mineralinio vandens paplitimą.

Darbo tikslas ir uždaviniai: pagrindinis šio darbo tikslas yra įvertinti vakarų Lietuvos viršutinio – vidurinio devono Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso hidrogeologines – geologines sąlygas, hidrodinamines sąlygas bei hidrocheminę sudėtį formuojančius veiksnius ir sąlygas.

Siekiant įvykdyti šio darbo tikslus yra išskirti šie uždaviniai:

- Atrinkti korektiškus duomenis ir sudaryti vakarų Lietuvos Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso vandens cheminės sudėties duomenų bazę.
- Įvertinti hidrogeologinę – geologinę sąrangą, sudaryti hidrogeologinį pjūvį;
- Įvertinti mineralinio vandens išteklius formuojančius veiksnius ir sąlygas;
- Įvertinti vandens hidrocheminę sudėtį formuojančius veiksnius ir sąlygas.
- Gautus rezultatus pateikti grafiškai – sudarant žemėlapi.

Informacijos šaltiniai: Palangos kurortui mineralinio vandens telkinys Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse buvo išžvalgytas ir pradėtas naudoti 1974 metais. Nauji gręžiniai į šį sluoksnį buvo įrengti 2010 ir 2018 metais. Tai Nr. 47543 ir Nr. 70580 gręžiniai, kuriuose atliktų geofizinių, hidrodinaminių ir hidrocheminių tyrimų duomenys tapo duomenų bazės, skirtos situacijos analizei pagrindu. Tyrimų teritorija neapsiribojo tik Palangos apylinkėmis, ji buvo išplėsta atsižvelgiant į geologines – hidrogeologines sąlygas, ankstesniais tyrimais nustatytas hidrocheminių zonų ribas, bei informatyvių gręžinių išsidėstymą. Svarbios informacijos apie tyrimų teritorijos Šventosios-Upninkų vandeningą kompleksą suteikė mineralinio vandens „Tiche“ (Telšių r. sav.), Salantai – 60 (Kretingos r. sav.) ir Skuodas – 40 (Skuodo r. sav.) gręžiniuose atlikti tyrimai.

Darbo struktūra: darbas sudarytas iš įvado, 4 skyrių, išvadų, literatūros sąrašo, santraukos lietuvių ir anglų kalba, grafinių priedų, paveikslėlių bei lentelių.

Baigiamojo magistrantūros darbo rašymas pareikalavo daug žinių, analizės, užsispyrimo bei pastangų. Todėl norėčiau padėkoti už pagalbą padedant surasti reikiamą informaciją geologijos tarnybos fonduose Angelei Kanišauskaitei, už pagalbą korektiškai pateikiant lietuvių ir anglų kalbomis darbą Daivai Širkaitei ir Ainei Paplauskaitei. UAB „ARTVA“ kolektyvui už supratingumą ir suteiktą laisvą laiką darbo rašymui, Aldžiui Zažeckui už pagalbą įvaldyti modeliavimo programinę įrangą. Svarbiausi bei patys didžiausi padėkos žodžiai už pagalbą darbo vadovei dr. Jurgai Arustienei.

1. POŽEMINIO VANDENS CHEMINĖS SUDĖTIES FORMAVIMASIS

Vanduo yra vienas svarbiausių cheminių junginių žmogui, dėl to svarbu suvokti jo ypatybes, kurios savo ruožtu priklauso nuo vandens formavimosi sąlygų. Supratus požeminio vandens, kaip geriamojo ir gydomojo vandens šaltinio svarbą, atsiradus socialiniam užsakymui jau XX a. pradžioje prasidėjo intensyvūs požeminio vandens cheminės sudėties, filtracinių savybių tyrimai. Pastarosios yra įtakojamos geologinių sąlygų. Žinant tam tikros vietovės bei regiono formavimosi sąlygas, uolienas, jų amžių, litologiją, stratigrafiją, tektoninių procesų įtaką, galima pradėti analizuoti ir hidrogeologines sąlygas. Daugelyje pasaulio valstybių sistemingi duomenys apie geologines - hidrogeologines sąlygas gaunami vykdant įvairaus mastelio kompleksinį kartografavimą. Arteziniuose baseinuose nuosėdinės dangos storis centrinėse jų dalyse siekia 2-3 km. Suprantama, kad geriausiai ištirta tik viršutinioji artezinių baseinų dalis - aktyvios apykaitos zona – kurios storis drėgmės pertekliaus zonoje gali siekti 300-450 m. Hidrogeologinės sąlygos joje ištirtos ne tik kartografuojančiais, bet ir daugeliu žvalgybinių ir eksploatacinių gręžinių. Sulėtėjusios ir lėtos apytakos zonų hidrogeologinės sąlygos, kur paplitęs mineralinis vanduo ir sūrymai, yra blogiau ištirtos. Šių zonų ištirtumas padidėja giluminių žemės išteklių – naftos, dujų, geoterminės energijos telkinių – paplitimo zonose.

Lietuvos geologinės stovymės tyrimas ir kartografavimas pradėtas vykdyti okupaciniu ir buvo tęsiamas nepriklausomybės laikotarpiu. Lietuvos geologinės hidrogeologinės sąlygos detaliam aprašytos vietinių mokslininkų - tyrėjų eilėje leidinių. Vienas iš tokių leidinių yra 1994 metais Geologijos instituto gausybės bendraautorių parašyta knyga „Lietuvos Geologija“ (Grigelis ir kt., 1994). Praėjus dešimtmečiui buvo išleista dar viena Geologijos ir Geografijos instituto ir Vilniaus universiteto publikacija „Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai“, kurioje detaliam apžvelgti vykę procesai ir geologinės sąlygos, nuo kristalinio pamato sandaros iki technogeninių veiksnių. Kadangi Lietuva yra Baltijos arteziniame baseine, tai jos geologinės-hidrogeologinės sąlygos ir paleohidrogeologinė raida yra nagrinėjama viso baseino kontekste. Detali geologinių sąlygų ir jos raidos charakteristika pateikta 1994 metų Juozo Paškevičiaus leidinyje „Baltijos Respublikų Geologija“ (Paškevičius, 1994). Svarbi informacija nagrinėjant šią temą yra viso geologinio - hidrogeologinio masyvo buvusi dinamika, kuri detaliam aprašyta 2003 metais R. Mokrik išleistoje knygoje „Baltijos baseino paleohidrogeologija“. Norint apibendrinti visą šią informaciją, reikia suvokti ir klasikinius hidrogeologinius dėsnius, kurie pritaikyti tyrimų plote vyraujančiomis sąlygomis. Tai padarė 2003 m. Vytautas Juodkasis leidinyje „Regioninės hidrogeologijos pagrindai“. Bei kitame leidinyje „Regioninė hidrogeodinamika“ minėtas autorius su R. Mokrik, M. Gregorausku metodiškai aprašė mineralinio vandens apytakos dėsnius bei teisinę bazę. Mineralinio vandens tyrimai neatsiejami nuo hidrocheminių vandens ypatybių. Pagal vandens cheminę sudėtį galima nustatyti ne tik jo tinkamumą balneologijai, bet ir nustatyti jo formavimosi sąlygas bei kitus parametrus. Pagrindiniai veiksniai ir sąlygos veikiančios požeminio vandens cheminės sudėties formavimąsi susiteminti 2006 metais R. Mokrik ir J. Mažeikos išleistoje knygoje „Hidrochemija“. Mineralinio vandens paplitimas Lietuvoje atskiruose vandeninguose sluoksniuose ir kompleksuose yra kartografuotas M 1:400 000 (Gedžiūnas, 2010). Plačiau publikai žemėlapiu tapo prieinami 2018 metais išleidus hidrogeologijos atlasą (Kadūnas ir kt., 2018), kuriame yra daug naudingos informacijos susijusios su hidrogeologinėmis sąlygomis bei mineralinio vandens paplitimu.

Aukščiau išvardinti vietiniai autoriai yra atlikę milžinišką darbą tyrinėjant geologinę sąrangą. Tačiau mūsų geologinės sąlygos domina ir užsienio autorius. 2019 metais M. Brehme ir kitų autorių išspausdinta publikacija apžvelgia Klaipėdos geoterminėje jėgainėje naudojamo sūrymų (90 g/l) hidrocheminę bei izotopinę sudėtį. Pastarosios skaičiavimų rezultatai pagrindžia egzistuojančią

hipotezę, kad slūgsantis požeminis vanduo apatinio devono vandeninguose sluoksniuose yra susiformavęs iš išgarinto koncentruoto jūros vandens sąveikaujant su uolienomis. Taip pat buvo nustatyta, kad vandens cheminę sudėtį keitė išfiltravęs tarplėdynmečių į požemį vanduo. Kitas tyrimas nagrinėjantis Lietuvos požeminio vandens devono vandeningų sluoksnių cheminę sudėtį yra 2009 metais R. Mokrik, T. Martma ir kitų autorių publikuotas straipsnis. Jame buvo nagrinėjami devono vandeningieji sluoksniai, pastarieji suskirstyti į septynias vandenį formuojančias zonas. Darbe nustatyta, kad centrinėje ir vakarų Lietuvoje druskingas vanduo yra natrio chloridinio tipo, o požeminio vandens srautas devono vandeninguose sluoksniuose filtruojasi vakarų kryptimi iš aukštesnės dalies į gelmėjančią. Publikacijoje izotopiniais tyrimų metodais nustatyta, kad vakarinėje dalyje šiame sluoksnyje vandens amžius gali siekti daugiau nei 20 000 metų.

Taip pat reiktų atkreipti dėmesį ir į užsienio šalių autorius, jų atliktus tyrimus bei analizuojamas problemas kitose vietovėse. Su pastarosiomis supažindina 1999 metais išleista W. K. Zubari publikacija. Joje aprašomas Persų įlankoje Bahreine esantis vandeningasis paleogeno sluoksnis, kurį eksploatuojant susidaro depresinė piltuvė ir pritraukiamas skirtingos mineralizacijos ir 4 tipų mineralinis vanduo. Šiame darbe apžvelgiami vandens tipų hidrocheminė sudėtis, formavimosi sąlygos, bei pateikiama kur geriausia įrengti ir kaip eksploatuoti gręžinius. Labai svarbu tinkamai eksploatuoti gręžinius, nes tai darant netinkamai, gali pakisti vandens cheminę sudėtį. Pastaroji gali kisti ir dėl gamtinių sąlygų. To pavyzdys yra Jakutijos regionas turtingas deimantais bei kitomis naudingosiomis iškasenomis. Šioje vietoje atlikti požeminio vandens hidrocheminiai tyrimai 2003 metais S. V. Alexeey ir L. P. Alexeeva, norint nustatyti kriogeninių procesų įtaką vandens sudėčiai. Rezultatai parodė, kad vėlyvojo pleistoceno apledėjimai turėjo didelę įtaką formuojant regiono požeminio vandens hidrocheminius parametrus. Šios pakeitimus iššaukė tai, kad dalis požeminio vandens buvo sušalęs, nevyko infiltracija, dėl to pradėjo didėti iš uolienų lengvai tirpinamų junginių – natrio chloridų, magnio chloridų, kalcio chloridų. Dėl terminių, geologinių ir hidrocheminių sąlygų nevienodumo, dabar yra išskiriamas skirtingų tipų požeminis vanduo. Tų pačių autorių išleista 2002 metų publikacijoje nustatyta, kad dabartinis Jakutijos regiono hidrocheminis vandens zoniškumas ir skirtingų vandens tipų formavimasis yra ilgalaikio apledėjimo ir su tuo susijusių giluminių procesų rezultatas.

Atlikus vandens hidrocheminę analizę ir pagal gautų rezultatų santykius galima nustatyti požeminio vandens kilmę. Tai padarė 2002 A. Starinsky ir A. Katz publikacijoje – buvo paimti vandens mėginiai iš gręžinių Suomijoje ir Švedijoje. Apskaičiavus iš gautų analizių chloro/bromo/natrio santykius gauti rezultatai parodė, kad sūrymai susidarę buvusiose apledėjusiose teritorijose, susidarė iš jūrinio tipo vandens. Dėl požeminio vandens infiltracijos procesų šiems autoriams oponuoja 2011 metais išleista R. L. Stotler su kitais autoriais publikacija, tačiau vandens tipą ir susiformavimo tipą nustatė natrio/chloro bei bromo/chloro santykiais bei papildomais izotopiniais tyrimais. Pagal aukščiau paminėtus cheminių elementų santykius galima nustatyti vandeninguose sluoksniuose aptinkamų elementų kilmę. Toks tyrimo būdas buvo publikuotas 1997 metų D. C. Andreasen ir W. B. Fleck publikacijoje, kurioje buvo taikomas Jungtinėse Amerikos Valstybose, Česapyko įlankos rytinės pakrantės centrinėje dalyje.

Būtinumą žinoti, tyrinėti ir nagrinėti savo geologines, hidrogeologines bei hidrochemines sąlygas parodo Olandijos požeminio vandens eksploatavimo planas. Šioje šalyje hidrocheminė ir geologinė informacija kaupiama duomenų bazėse, iš gautų rodiklių atliekami skaičiavimai, nustatomas požeminio vandens zoniškumas, vandenį formuojančios facijos. Pagal pastaruosius parametrus yra vykdomas planas, kaip bus išnaudojamos žemės gelmės, požeminio vandens išteklių - tai aprašyta 2010 metų I. Mendizabal ir kitų autorių publikacijoje.

1.1 Veiksniai, procesai ir aplinkos

Visame Žemės rutulyje esantis požeminis vanduo priklauso hidrosferai. Ši sfera apima visą vandenį, esantį mūsų planetoje. Vandens apytaka hidrosferoje – tai nenutrūkstamas procesas su fiziniiais jo pokyčiais, daugiau ar mažiau ciklinio pobūdžio. Ciklas apimą ir yra susijęs su atmosferos drėgme, Žemės paviršiaus vandens telkiniais ir požeminiu vandeniu. Gamtoje galima išskirti dvi globalines vandens apytakos sritis: klimatinę – hidrologinę ir geologinę – susijusią su tektoniniais procesais ir kitais geologiniais procesais (M. Dobkevičius, 2010).

Pirmoji anksčiau minėta sritis susijusi su klimatine vandens apytaka, kurioje dalyvauja atmosferos ir paviršinės hidrosferos vanduo. Sąlyginė klimatinės vandens apytakos pradžia laikoma išgaravimas, kuris pradeda mažąjį klimatinės apytakos ratą. Garai kondensuoja ir dalis iškrenta vandenynė, kita dalis - virš kontinento. Tie krituliai pasiskirsto į keturias dalis:

1. Šlaitais nuteka į žemesnes vietas – susiformuoja paviršinis vandens nuotėkis.
2. Kitą dalį vandens pasisavina augalija ir vėl gražina jį į atmosferą garų pavidalu.
3. Krituliais iškritęs vanduo vėl išgaruoja atgal į atmosferą.
4. Filtruojasi į žemiau esančias uolienas, pasiekia gruntinį vandenį, o iš jo giliau filtruojasi į vandeningus sluoksnius. Dalis vandens teka jais ir išsikrauna į paviršinius vandens telkinius, o kita dalis filtruojasi į gilesnius sluoksnius ir migruoja link iškrovos zonos.

Geologinė vandens apytaka labiausiai skiriasi nuo klimatinės–hidrologinės jos ciklo trukme. Geologinėje apytakoje vandenį formuoja įvairūs geologiniai procesai, kurie priklauso nuo uolienu judėjimo ir kitimo Žemės tektoninės evoliucijos metu, o šių procesų veikimo laiko intervalai – geologiškai ilgi. Taipogi, išskiriami trys pagrindiniai etapai: sedimentacinis, metamorfinis ir magminis. Šie etapai atitinka skirtingus Žemės plutos formavimosi laikotarpius ir formuoja skirtingus požeminio vandens genetinius tipus.

1. Sedimentacinis geologinės vandens apytakos etapas – naujai susidariusios vandenynų ir jūrų baseinų nuosėdos prisipildo dideliu kiekiu jūrinio vandens. Šį etapą galima suskirstyti į du periodus. Pirmame periode vyksta terigeninių nuosėdų akumuliacija, kurios dėl tektoninių procesų grimzta gilyn. Vyksta uolienu diagenėzė, kurios metu vanduo išspaudžiamas iš pirminių uolienu, jis migruoja ir filtruojasi laidžiose uolienuose. Kitas sedimentacinio etapo periodas prasideda grimztant uolienoms dar giliau ir didėjant temperatūrai nuo 30 iki 200°C. Prasideda katagenėzės procesas, kurio metu vandens išspaudimą iš uolienu keičia joninis vandens molekulių skaidymasis ir vandens reakcijos su naujai besiformuojančiais molio ir karbonatų mineralais. Šis procesas vyksta iki katagenėzės pabaigos. Jis trunka maždaug nuo 6 tūkstančių iki keliolikos milijonų metų, kol mažėja molingų uolienu poringumas ir tankėjimas jiems virstant į argilitus (Dobkevičius, 2010). Požeminis vanduo susiformavęs jūrinių nuosėdų kaupimosi stadijoje arba jų išspaudimo iš uolienu litifikacijos procese išskiriamas kaip sedimentacinis. Reikėtų paminėti apie vyraučia nuomonę, kad nuo seniausiųjų nuosėdinių uolienu susidarymo laikų – prieš 2 – 2,5 mlrd. metų, pasaulinio vandenyno sudėtis keitėsi mažai ir negalėjo turėti didesnės įtakos susidaryti sedimentaciniam vandeniui. (Pinnekeris, 1980; Juodkazis 2003). Kai kuriuose darbuose yra net pateikiama apytikrė paleocheminė vandenyno vandens sudėtis (1 lentelė).

1 lentelė. Vandenyno vandens joninės sudėties kaita (Pinnekeris, 1980)

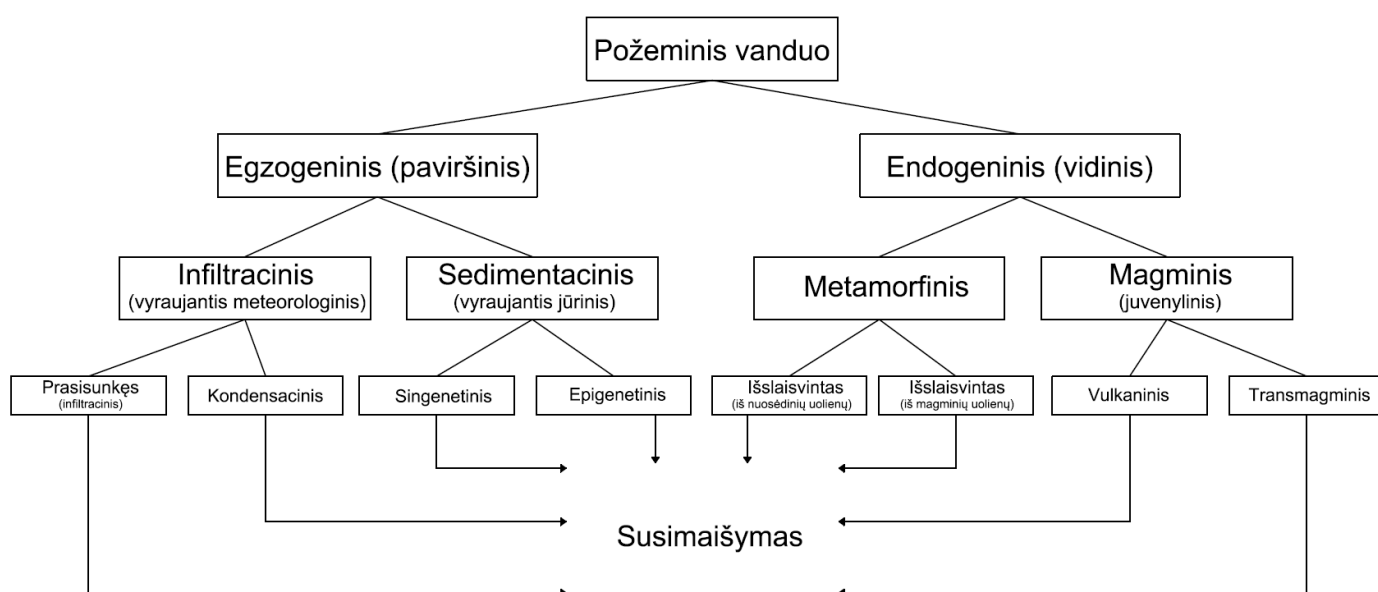
Geologinis periodas	Jonai	
	<i>vyraujantys</i>	<i>antraeiliai</i>
Kainozojus - permas	$\frac{\text{Cl}^- , \text{SO}_4^{2-}}{\text{Na}^+ , \text{Mg}^{2+}}$	$\frac{\text{HCO}_3^- , \text{CO}_3^{2-} , \text{F}^-}{\text{Ca}^{2+} , \text{K}^+}$
Karbonas - silūras	$\frac{\text{Cl}^- , \text{HCO}_3^-}{\text{Na}^+ , \text{Mg}^{2+}}$	$\frac{\text{SO}_4^{2-} , \text{CO}_3^{2-} , \text{F}^-}{\text{Ca}^{2+} , \text{K}^+}$
Ordovikas - kambras	$\frac{\text{Cl}^- , \text{HCO}_3^-}{\text{Mg}^{2+} , \text{Na}^+ , \text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{SO}_4^{2-} , \text{CO}_3^{2-} , \text{F}^-}{\text{K}^+}$
Vėlyvasis ir vidurinisys proterozojus	$\frac{\text{HCO}_3^- , \text{Cl}^-}{\text{Ca}^{2+} , \text{Na}^+ , \text{Ca}^{2+}}$	$\frac{\text{CO}_3^{2-} , \text{SO}_4^{2-} , \text{F}^-}{\text{K}^+ , \text{NH}_4^+}$
Ankstyvasis proterozojus	$\frac{\text{HCO}_3^- , \text{CO}_3^{2-} , \text{Cl}^-}{\text{Ca}^{2+} , \text{Mg}^{2+} , \text{NH}_4^+}$	$\frac{\text{SO}_4^{2-} , \text{F}^-}{\text{Na}^+ , \text{K}^+}$

2. Metamorfinis geologinės apykaitos etapas – po litifikacijos, likusio uolienose susieto vandens būna iki 52 proc. tūrio (Dobkevičius, 2010). Patekus nuosėdinėms uolienoms į metamorfizmo zoną ir vykstant uolienu perkristalizavimui į molio mineralus įeinantis kristalizacinis ir konstitucinis vanduo tampa laisvas. Šioje zonoje įvyksta ne paprasta uolienu dehidratacija, o išsiskyrimas, hidroksilinės OH⁻ grupės išsiskyrimas bei vandenilio ir deguonies jonų, kurie sintezuoja vandens molekules (Fedosejev 1975). Tai vandens sintezės zona. Būtent dėl šio proceso ir išskiriamas metamorfinis vandens apytakos etapas.
3. Magminis vandens geologinės apykaitos etapas susijęs su staigiais tektoninių procesų pasikeitimais – iš transgresijų į regresijas, iš grimzdimo į kilimą. Vyksta orogenezės procesai – susidaro raukšlėjimo zonos, teritorijos skaldomos į atskiras dalis ir vyksta magminiai procesai su vulkanizmo reiškiniiais. Tai įtakoja palaidoto sedimentacinio vandens aktyvų ryšį su magminės kilmės giluminiais tirpalais ir dujomis – saveikų metu susiformuoja juvenilinio tipo tirpalai (Dobkevičius, 2010).

Aukščiau apibūdinti etapai tam tikra prasme yra savarankiški ir reikšmingi, todėl korektiška šiuos procesus paminėti. Toliau bus apibūdinami požeminio vandens genetiniai tipai susiję su giluminio požeminio vandens formavimosi ypatybėmis.

1.2 Giluminio požeminio vandens formavimosi ypatybės

Vandens genetiniai tipai išskiriami remiantis jo mitybos šaltiniais, vandens prasiskverbimo į Žemės gelmes mechanizmu ir bendro vandens apytakos rato kryptimi. Kadangi požeminė hidrosfera yra paviršinių ir giluminių faktorių įtakos sferoje, požeminį vandenį galima suskirstyti į egzogeninį – įsifiltravusį į gelmes iš paviršiaus ir endogeninį – kuris atiteka iš apačios, iš magmos ir mantijos. Pastorojo vandens kiekis patenkantis į Žemės paviršių yra ganėtinai mažas – tik apie 0,6 – 0,7 km³, kai tuo tarpu egzogeninio vandens dėl aktyvios infracijos į požemį patenka apie 10 tūkst. km³. Skiriami du egzogeninio ir du endogeninio vandens genetiniai tipai (1 pav.). Dėl sąlyginai mažos endogeninių procesų įtakos tyrimų plote, endogeninio vandens tipai detaliau nebus nagrinėjami. Tuo tarpu dėmesys sutelktas į egzogeninio vandens genetinius tipus: infiltracinį (vyraujantis meteorologinis) ir sedimentacinį (vyraujantis jūrinis) (Dobkevičius, 2010).



1 pav. Požeminio vandens genetinė klasifikacija (Dobkevičius, 2010)

Infiltracinis požeminis vanduo susidaro iš paviršinio atmosferinės kilmės vandens: lietaus, sniego, upių, ežerų, išskyrus vandenį, kuris prasisunkia per jūros dugną į uolienas. Todėl infiltracinis vanduo dar skirstomas į prasisunkusį (infiltracinį) ir kondensacinį (kondensuojantis atmosferiniams vandens garams aeracijos zonoje). Reikia pabrėžti, kad infiltracinis (meteogeninis) vanduo yra paplitęs aktyvios apytakos zonos viršutiniuose vandeninguose sluoksniuose. Tai mažos mineralizacijos iki 1g/l – šachtinių šulinių, negilių gręžinių, šaltinių vanduo. Toks vanduo maitina upes, ežerus, augalų šaknis, formuoja požeminio vandens iškrovos versmes. Lietuvoje toks vanduo aptinkamas 0,5 – 1 km gylyje (Dobkevičius 2010). Šis vanduo pasižymi gera infiltracija į gilesnius sluoksnius esant storai nuosėdinių uolienų storumui.

Sedimentacinis požeminis vanduo ilgai nesąveikavo su atmosfera, kitaip sakant, ilgą geologinio laiko tarpą neturėjo tiesioginio ryšio su žemės paviršiumi. Atsiradęs uolienos formavimosi metu (vanduo ir uoliena yra vienodo amžiaus) vanduo vadinamas singenetiniu. Jeigu vanduo ir uoliena nėra vienodo amžiaus tada vanduo – epigenetinis. Pastarasis išspausťas litogenezės proceso metu iš dengiančių arba žemiau slūgsančių uolienų ir migravęs į senesnes arba jaunesnes uolienas. Pagrindinis šio vandens požymis, kad jis atsiranda po nuosėdų sedimentacijos, o

ne kartu su jomis. Kadangi nuosėdų kaupimasis ir vandens palaidojimas vyksta jūrų baseinuose, tai sedimentacinis vanduo pagal kilmę yra jūrinis, o pagal jo patekimą į vandeningąjį sluoksnį dar išskiriamos trys grupės: palaidotas – reliktinis, elizinis bei atgimęs – išsilaisvinęs iš uolienų.

Palaidotas vanduo susikaupia uolienose nuo jų formavimo – susidarymo pradžios. Šios uolienos vėliau nugrimzdo į tam tikrą gylį ir sudarė vandeningus sluoksnius. Antrasis – elizinis vanduo - išstumtas vanduo, kuris buvo aukščiau gulinčių uolienų išspaustas iš molingų darinių. Kitaip tariant, susijęs su baseino dugno uolienomis vanduo, kuris kartu nugrimzdo į gelmes ir tapo laisvos būklės ir migravo įvairiomis kryptimis. Tokio tipo vanduo vyrauja jūrinės genezės nuosėdiniuose baseinuose. Trečiasis – atgimęs vanduo. Tai vanduo, esantis mineralų kristalinėje gardelėje, kaip konstitucinis, kristalizacinis, ceolotinis, kuris mineralams nugrimzdus giliau ir suirus mineralo struktūrai, tapo laisvos būklės.

1.3 Požeminio vandens hidrocheminis zoniškumas arteziniuose baseinuose

Pradedant galima pasakyti, kad hidrocheminis zoniškumas yra planetinio masto požeminio vandens cheminės sudėties kaitos ir jo mineralizacijos didėjimo einant gilyn reiškinys. Šie dėsningumai būdingi arteziniams baseinams, hidrogeologiniams masyvams. Pastaruosiuose požeminio vandens cheminės sudėties zonos išsiskiria ne taip akivaizdžiai lyginant su arteziniais baseiniais. Senuose prekambro platforminiuose arteziniuose baseinuose visuomet yra trys hidrogeocheminės zonos. Jaunuose baseinuose, kur nestora nuosėdinė danga, kurioje dar nėra ir halogeninių nuogulų, gali būti tik dvi viršutiniosios hidrogeocheminės zonos. Hidrogeologinių raukšlėtųjų sričių mažuose tarpukalnio įdaubų arteziniuose baseinuose dažnai būna tik viena zona. Pagal tai arteziniai baseinai skirstomi į kelias grupes: 1) gėlo, mineralizuoto vandens ir sūrymų; 2) gėlo ir mažai mineralizuoto vandens; 3) gėlo vandens. Pastarosioms susidaryti esminį poveikį turi požeminio vandens apytakos intensyvumas. Dėl to šių zonų vertikaliosios ribos dažnai sutapatinimos, nors tai ne visais atvejais korektiška.

Pirmoji iš viršaus yra hidrokarbonatinio požeminio vandens zona, kurioje cirkuliuoja gėlas vanduo (mineralizacija mažesnė negu 1 g/l). Šioje zonoje gamtiniai požeminio vandens ištekliai kur kas didesni už gravitacinius, todėl šioje dalyje užtikrinama intensyvi vandens apytaka ir didelis nespūdinio ir spūdinio gėlo požeminio vandens kiekis. Šios zonos vidutiniškai siekia 100 – 400 metrų storio, o šio intervalo vanduo gausiausia naudojamas geriamojo vandens tiekimui, gavybai bei irigacijai.

Antroji zona – sulfatinio arba chloridinio sulfatinio vandens zona, kurioje vandens mineralizacija kinta nuo 1 g/l – 3 g/l. Ši zona slūgso po pirma regionine vandenspara. Vandens apytaka joje sulėtėjusi ir gamtiniai požeminio vandens ištekliai apytikriai lygūs gravitaciniams. Požeminis nuotėkis nedidelis, nes išsikrauti virš vandensparinės storumės nėra palankių sąlygų. Šios srities storis dažniausiai būna sąlyginai nedidelis 200 – 300 metrų. Šis požeminis vanduo daugiausiai naudojamas kaip gydomasis ir kaip geriamasis mineralinis vanduo.

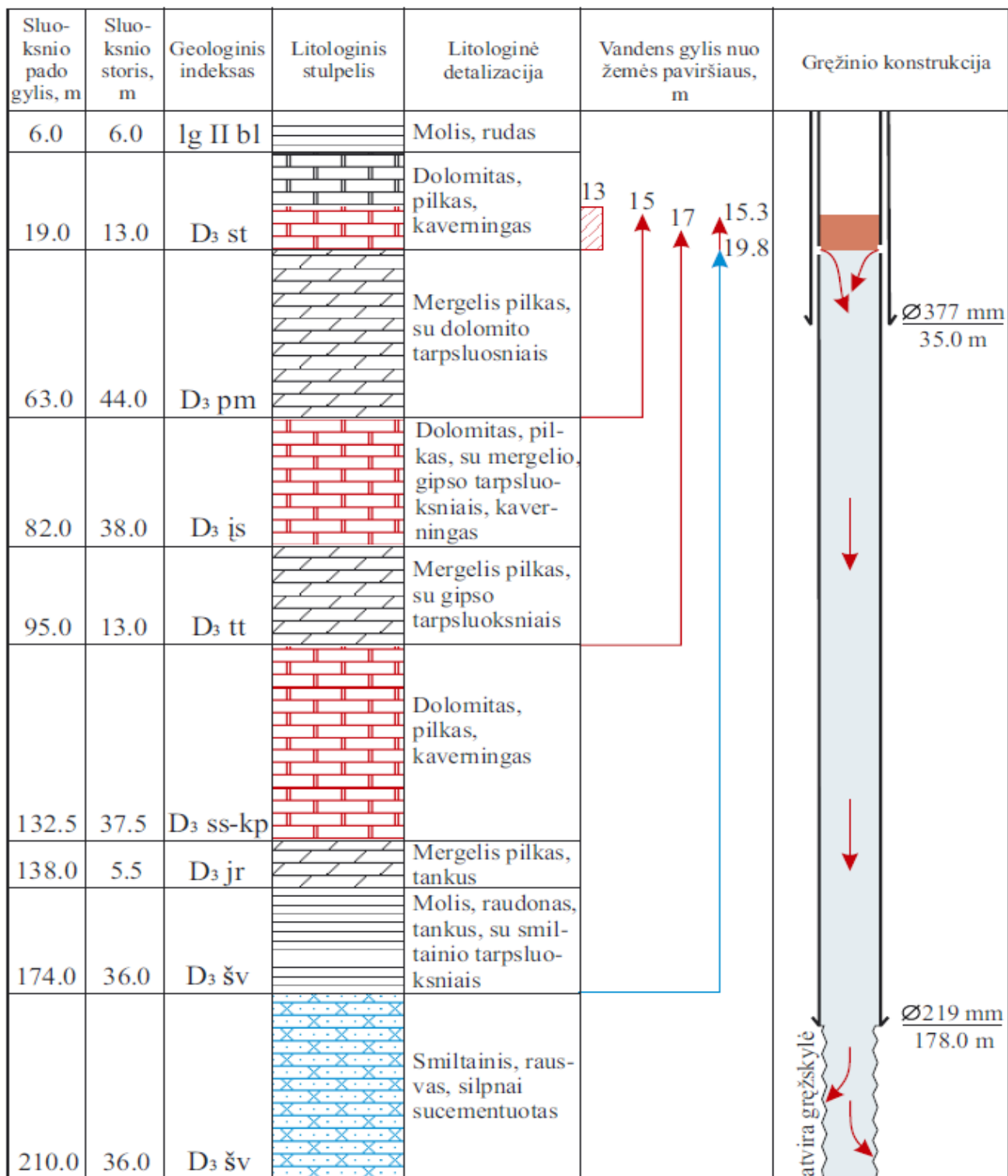
Trečioje zonoje vandens apytaka beveik nevyksta, nes ją dengia antroji regioninė vandenspara. Nedidelis kiekis vandens ištekėti pro ją į aukščiau slūgstančius vandeninguosius sluoksnius gali tik tektoninių lūžių vietose. Šios zonos storis būna nuo 1 iki 5 kilometrų, o gali siekti iki 20 kilometrų gylį. Čia susikaupęs chloridinis – didelės mineralizacijos 35 – 200 g/l ir daugiau vanduo, kuris jau yra terminis bei jame gausu mikroelementų. Pagrindė toks vanduo naudojamas chemijos pramonėje kaip žaliava, geoterminėje energijoje, išskirstiniais atvejais balneoterapijos tikslais.

Gamtinėse sąlygose yra ne viskas kaip iš vadovėlių – čia prie dėsningo zoniškumo atsiranda ir azoniškumo reiškinys, susijęs su įvairiais procesais, vykstančiais hidrogeologinėse sistemose ir suformuojančiais dvi neįprastas situacijas: hidrochemines inversijas bei hidrochemines anomalijas. Pirmasis reiškinys buvo pastebėtas atlikus gilių prieškalnio įdaubų artezinių baseinų apatinėje dalyje ir aridinių sričių artezinių baseinų viršutinėje pradėjus gręžti gilius naftos gręžinius, kurių gylis siekdavo 6 – 7 kilometrus. Tokiame gylyje aptiktas natrio hidrokarbonatinis vanduo vietoj natrio chloridinio, paskatino galvoti apie gręžimo technologijų trūkumus, dirbtinį vandens pertekėjimą iš viršutinės dalies vandeningų sluoksnių. Tačiau sukaupus didesnę kiekį tokių duomenų, buvo pripažinta, kad hidrocheminės inversijos reiškinys tikrai egzistuoja. Jo atsiradimas aiškinamas uolienų feldšpato, fluidų bei anglies dvideginio, kurie migruoja iš astenosferos, sąveika. Inversijos reiškinį patvirtina ir riftinių zonų hidrotermų, kurių giluminė kilmė nekelia abejonių įtaka hidrocheminei sudėčiai. Negiliuose 3 – 5 kilometrų storio platforminio tipo arteziniuose baseinuose aptinkamos dvi zonos: didėjančios mineralizacijos ir maksimalios mineralizacijos, tačiau didelę reikšmę turi paleohidrogeologinių veiksnių nulemti reiškiniai, todėl nagrinėjant hidrocheminius pokyčius realių gręžinių pjūviuose ne visuomet nustatomas laipsniškas mineralizacijos didėjimas. Dažnai susiduriama su staigiais mineralizacijos padidėjimo ar sumažėjimo reiškiniais, susijusiais su įvairiais paleohidrogeologiniais veiksniais: paleobaseino druskingumo padidėjimu ar gėlo vandens patekimu į hidrogeologinės sistemos chloridinio vandens zoną. Su šiomis sąlygomis susijęs ir Balatijos artezinis baseinas – gilieji vandeningi horizontai: kambro - ordoviko bei vendos – kambro (Mokrik, 1997).

Hidrocheminės anomalijos susidaro veikiant keturiems pagrindiniams veiksniams: hidrodinaminiais, hidrologiniais, litologiniams bei antropogeniniams. Dėl hidrodinaminio veiksnio besiformuojančios anomalijos yra susijusios su požeminio vandens kylančiu srautu iš giliau slūgsančių vandeningųjų sluoksnių tektoninių lūžių zonose ar pro kitos kilmės hidrogeologinius „langus“. Didesnės mineralizacijos vanduo patekęs į gėlesnio vandens zoną, keičia čia esančio vandens cheminę sudėtį ir fizines jo savybes. Dažnai didelių upių slėniai sutampa su tektoninių lūžių zonomis. Tokiais atvejais upių slėniuose susidaro linijinės, o persikirtus dviem lūžiams ir židininės kupolo pavidalo hidrocheminės anomalijos, kurios palankiomis sąlygomis gali būti panaudojamos kaip mineralinio vandens telkiniai.

Hidrologinis veiksnys susijęs su jūrų ir vandenynų pakrantėmis, kurioms būdingi potvynio ir atoslūgio bei bangomūšos reiškiniai, taip pat pajūrio krituliais, prisotintais jūros vandeniui būdingų elementų, pirmiausia chloro. Visa tai daro poveikį pajūrio ruožo gruntinio vandens cheminei sudėčiai. Didelę reikšmę turi litologinis veiksnys, kuris susijęs su gerai tirpiomis halogeninėmis uolienomis. Nuo druskų sudėties ir jų tirpumo priklauso požeminio – gruntinio ar artezinio vandens mineralizacijos pokyčiai. Dėl litologinio veiksnio daugiausiai susidaro sluoksninės anomalijos.

Antrapogeninė veikla yra susijusi su požeminio vandens gavyba bei tarša. Dėl šių veiklų susidaro hidrocheminės anomalijos. Labiausiai taršai jautrus yra gruntinis vanduo, retais atvejais, kada tarša pasiekia spūdinius sluoksnius. Realesnė antropogeninės hidrocheminės anomalijos gali būti sukuriamos įrengiant gilius gręžinius – kada nepavyksta tinkamai užtamponuoti vandeningų sluoksnių, konstrukcinio netobulumo, netinkamos giliųjų gręžinių likvidacijos, avarijų – gedimų. Įvykus pastariesiems atsiveria tiesioginis „langas“ (2 pav.) maišytis įvairios hidrocheminės sudėties vandeniui, ypač kai skiriasi sluoksnių hidrodinaminės sąlygos. To pasekoje, nesiimant veiksmų, susidaro anomalinės zonos, nebūdingos tam tikro sluoksnio hidrochemijai. (Šeirys, 2008)



2 pav. Gr. Nr. 22346 schematinis pjūvis su vandens apykaita trūkus kolonai (Šeirys, 2008)

2. TYRIMŲ RAJONO CHARAKTERISTIKA

2.1 Tyrimų rajono ribos

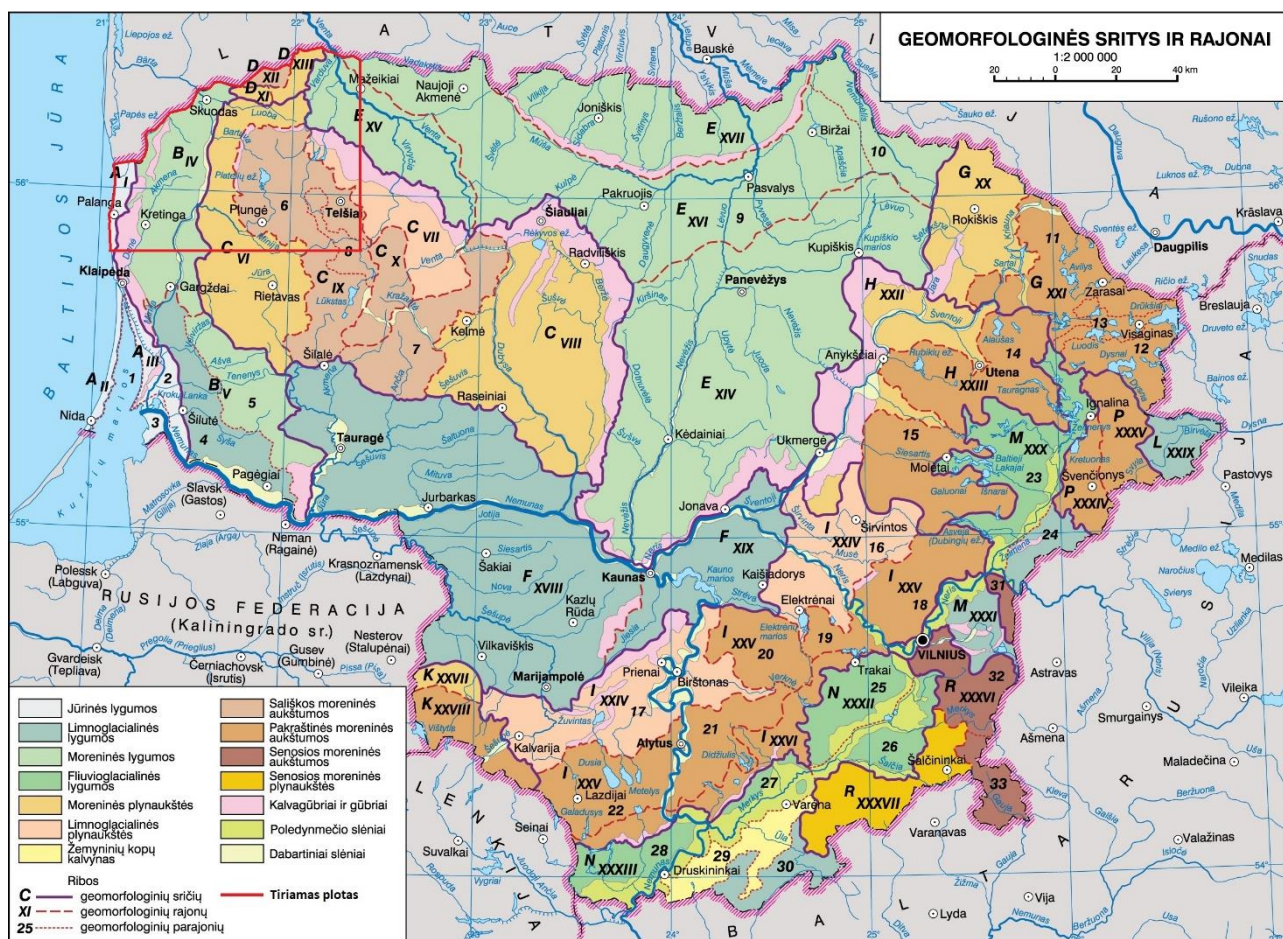
Svarbiausias magistrinio darbo tyrimo objektas yra Palangos mineralinio vandens telkinys, išplitęs devono Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse. Tačiau norint suprasti jo formavimosi dėsninumus, tyrimo teritorija buvo išplėsta. Tyrimų ploto ribos išskirtos atsižvelgus į geologines – hidrogeologines sąlygas, ankstesniais tyrimais nustatytas hidrocheminių zonų ribas bei informatyvių gręžinių išsidėstymą. Remiantis įrengtų žvalgybinių gręžinių duomenimis bei jų metu atliktais išpumpavimų bei cheminių analizių duomenimis, Šventosios – Upninkų sluoksnis gelmėje pietų, pietvakarių kryptimi, šia kryptimi dėsningai didėja ir vandens mineralizacija. Detaliau išnagrinėjus teritorijoje atliktų gręžimo darbų rezultatus bei 2018 metais išleistame Lietuvos hidrogeologijos atlase esantį mineralinio vandens paplitimo Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse žemėlapi (Gedžiūnas, 2010), nustatytos reikšmingos ribos.

Šiaurinė tyrimų teritorijos riba pravesta Šiaurės Lietuvoje pasienyje su Latvija, ir nors pats Šventosios – Upninkų kompleksas yra paplitęs ir Latvijos teritorijoje, jau Lietuvos teritorijoje prie Skuodo ir šiauriau jame yra išplitęs gėlas ($M_b < 1$ g/l) požeminis vanduo. Tuo tarpu pietinė riba derinta su sūrymų paplitimo riba ($M_b > 35$ g/l), kuri žemėlapyje yra pažymėta ties Nemirsėta. Į rytus nuo Palangos gėlo vandens riba yra toli ir įtakos mineralinio vandens formavimuisi Vakarų Lietuvoje neturi, todėl ji buvo pravesta arčiau, apimant šalia Telšių esantį Tichės mineralinio vandens telkinį. Riba pravesta nuo Buknaičių kaimo Mažeikių rajone, kerta Mažeikių miestą ir siekia Pupinių kaimą Telšių rajone. Ji yra 70 kilometrų ilgio. Ši riba nuo Baltijos jūros iki Buknaičių kaimo esančio Mažeikių yra nutolusi 107 kilometrus. Pietinė ploto riba yra 80 kilometrų ilgio ir tęsiasi nuo Olando kepurės atodangos pajūryje iki Pupinių kaimo. Vakarinė riba sutapatinta su Baltijos jūra ir nuo minėtos atodangos kerta Palangą ir tęsiasi iki Butingės esančios šalia pasienio. Jos ilgis 30 kilometrų.

2.2 Tyrimų rajono fizinės - geografinės sąlygos

Tiriamas plotas yra vakarų Lietuvoje prie Baltijos jūros rytinių krantų. Analizuojama teritorija taip pat ribojasi su Lietuvos – Latvijos Respublikų pasieniu. Geomorfologiniu požiūriu sritis priklauso Baltijos pajūrio žemumos sričiai – Palangos jūrinei lygumai, taip pat Vakarų Žemaičių moreninei lygumai, šiaurinei Žemaičių sališkosios aukštumos sričiai ir vakarinei Vidurio ir Šiaurės Lietuvos žemumų sričiai (3 pav.).

Didžioji dalis eksploatacinių gręžinių įrengtų į Šventosios - Upninkų vandeningą sluoksnį yra Palangos miesto savivaldybės teritorijoje. Geomorfologiniu požiūriu jie patenka į šiuolaikinių Litorinos jūros ir eolinių procesų suformuotą teritoriją.



3 pav. Geomorforloginis žemėlapis su tiriamo ploto ribomis (Autoriai: R. Guobytė, P. Kavaliauskas)

Vakarinę tyrimų ploto dalį dengia holoceno laikotarpio eoliniai dariniai, Litorinos jūros nuosėdos, kurių litologinė sudėtis yra vyraujantis smulkus smėlis, vidutinio rupumo smėlis, aleuritas. Traukiantis nuo pajūrio zonos randamos poledynmečio limnoglacialinės nuogulos – Baltijos ledyninio ežero nuosėdos, kurių pagrindinė vyraujanti frakcija – smulkus smėlis. Nutolus vidutiniškai apie 3-5 kilometrus nuo Baltijos jūros pakrantės yra paplitę paskutiniojo Nemuno apledėjimo kraštiniai ir pagrindinės morenos glacialiniai dariniai. Šio tipo ir amžiaus nuogulos vyrauja tyrimų plote. Taip pat vietomis sutinkamos limnoglacialinės ir fliuvioglacialinės nuogulos bei nuosėdos, kurių litologinėje sudėtyje vyrauja nuo smulkus smėlio iki rupaus smėlio su žvirgždu – gargždu, rieduliais.

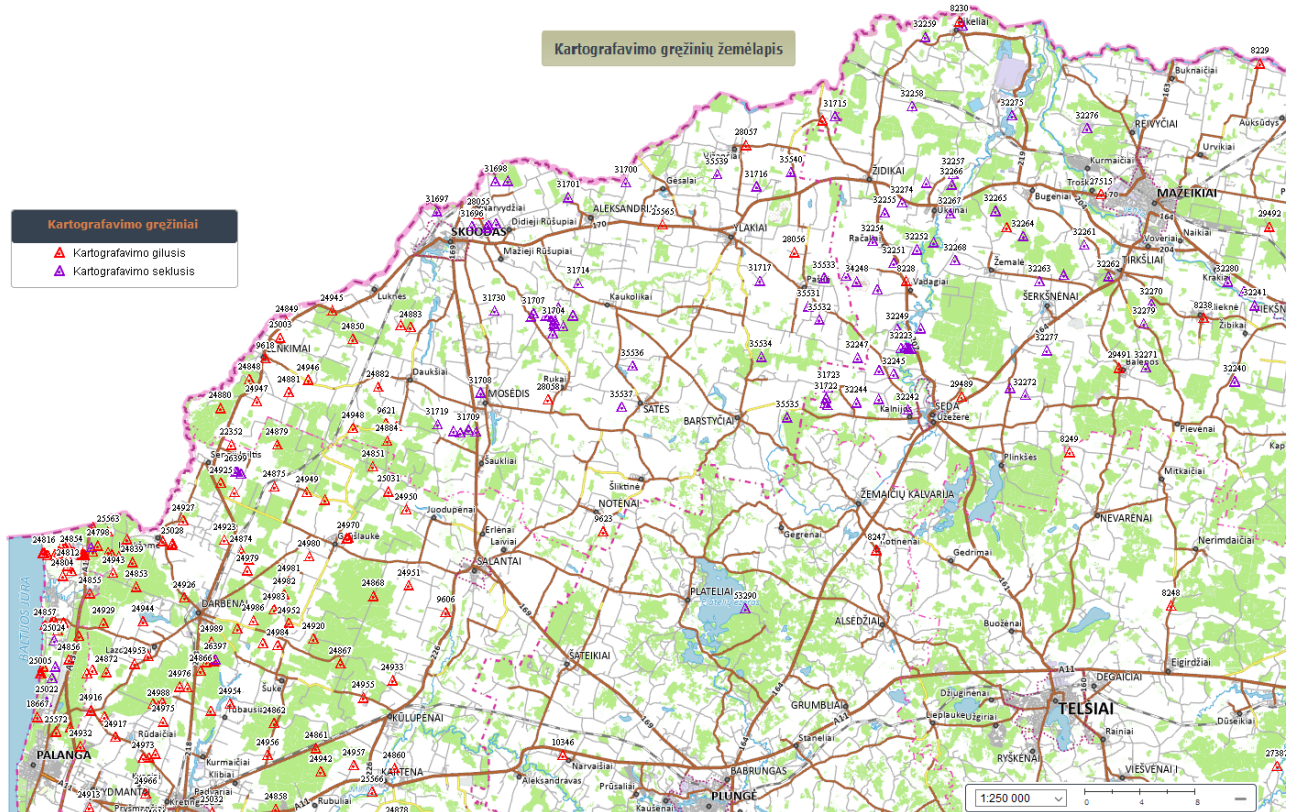
Nagrinėjamame tiriamame plote hidrografinį tinklą sudaro keli didesni stovinčio gėlo vandens telkiniai – Platelių, Alsėdžių, Germanto, Mascio, Tausalo, Plinkšių, Sedos ežerai bei Tulniškių, Juodeikių, Mosėdžio, Skuodo, Kernų, Lazdininkų, Kunigiškių tvenkiniai. Šiuos telkinius drenuoja upės ir upeliai tokie kaip: Šventoji, Akmena, Bartuva, Varduva, Ražė, Luoba, Minija, Salantas ir daug kitų. Pastarosios drenuoja visą tyrimų vietą ir išsikrauna Baltijos jūroje.

Tyrimų plote yra įsikūrusios dvi kurortinės gyvenvietės Palanga ir Šventoji bei kiti miestai rajonų centrai Plungė, Telšiai, Mažeikiai, Kretinga, Skuodas bei miesteliai Plateliai, Darbėnai, Salantai, Seda, Kartena bei kiti.

2.3 Tyrimų rajono geologinis-hidrogeologinis iširtumas

Tyrimų ploto vakarinė, centrinė ir šiaurinė dalys yra geologiškai įvairiapusiškai ištyrinėta – atliktas detalus kompleksinis geologinis kartografavimas M 1:50 000, šių darbų metų buvo atliktas

kvartero ir prekvartero storumės geologinis kartografavimas. Kartografavimas atliktas 5 plotuose: Kretingos (LGT, 1998), Ylakių (LGT, 2005), Platelių (LGT, 2013), Plungės (LGT, 2013) ir Mažeikių (LGT, 2003) plotui. Tačiau tokie tyrimai dar nėra atlikti Telšių plotui. Tyrimų plote gausus kiekis sekliųjų ir giliųjų kartografinių gręžinių (4 pav.). Į šį plotą patenka giliausi Lietuvos gręžiniai – tuo pačiu giliausias ir Pabaltijo šalyse Vydmantai – 1 (2564 metrai). Nagrinėjamame plote Šventosios – Upninkų kompleksu uolienų storumė buvo pasiekta arba pragręžta 188 gręžiniais.



4 pav. Kartografavimo gręžinių išsidėstymo žemėlapis (LGT, 2019)

Tyrimų plote vykdomas valstybinis požeminio vandens monitoringas, Būtingėje įrengtas gręžinių krūmas – stebimas požeminio spūdinio vandens lygis viršutinio devono vandeningame Žagarės svitos sluoksnyje bei kvartero tarpmoreniniame sluoksnyje, imami vandens mėginiai cheminėms analizėms. Taip pat Vertininkuose įrengtas stebimųjų gręžinių krūmas – čia stebimas gruntinis, kvartero tarpmoreninis, permio – viršutinio devono vandeningi sluoksniai. Kituose postuose stebėjimai vykdomi pavieniuose gręžiniuose, kurie įrengti į gruntinį, tarpmoreninius arba prekvartero vandeningus sluoksnius. Pastarieji yra Kveciuose, Pryšmančiuose, Plungėje - Alksnėnuose, Salantų vandenvietėje, Rūpušiuose, Ylakių vandenvietėje, Daubariuose, Vilkaičiuose, Vertininkuose. Tačiau nagrinėjamame plote nėra valstybinio monitoringo gręžinių įrengtų į Šventosios-Upninkų vandeningą kompleksą.

Taip pat vakarinėje tyrimų ploto dalyje yra naftos eksploataciniai gręžiniai Genčiai- 2 – 12; Girkaliai 1 – 2; Nausodis – 1 – 7, Plungė – 1 ir kiti, infiltracinių gręžinių, naftos tiriamųjų – žvalgybinių likviduotų, užkonservuotų gręžinių, likviduotų – eksploatacinių. Geoterminėi energijai panaudoti giliaji žvalgybiniai gręžiniai. Tyrimų vietoje yra daug vandenviečių eksploatuojančių kvartero, jūros, jūros, viršutinio devono vandeninguosius sluoksnius.

Lietuvoje požeminio vandens išteklius vandenvietėse galima naudoti tik juos ištyrus ir aprobavus. Visu pirma, prieš tai darant reikia žinoti vietovės hidrogeologines ir hidrochemines požeminio vandens sąlygas, kurios išsiaiškinamos tik žvalgybos darbų metu įrengus gręžinius. Taip

buvo gautos žinios apie Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso mineralinį vandenį atlikus mineralinio vandens paiešką, kuri suteikė medžiagos bei informacijos hidrogeologinių sąlygų supratimui. Pirmieji metodiški mineralinio požeminio vandens išteklių paieškos ir vertinimo darbai šiame rajone prasidėjo 1959 metais įrengus gręžinį Palanga, kuris šiuo metu yra Basanavičiaus gatvės gale prie tilto į jūrą. Sekantys didesni ir detalūs mineralinio vandens tyrimų darbai buvo pradėti 1972 ir užbaigti 1974 metais Kompleksinės geologijos ekspedicijos. Šių darbų metu išgręžti gręžiniai Kastytis, Naglis – 1, Palanga - 318a, Palanga - 318, Žilvinas – 1, Eglė. Praėjus 12 metų buvo išgręžtas gręžinys Žilvinas – 2, o dar po 4 metų – gręžinys Naglis – 2. Šių darbų dėka buvo išnagrinėtos hidrogeodinaminės ir hidrocheminės Palangos mineralinio telkinio sąlygos, dėsniumai. Gauti duomenys suteikia informacijos apie geologines - hidrogeologines sąlygas už paties telkinio esančioje aplinkoje, išteklių formavimosi šaltinius, filtracines sąvybes, hidrocheminę sudėtį.

Požeminio vandens vandenvietėms išgaunančioms daugiau nei 100 m³/d vandens ir visoms mineralinio vandens vandenvietėms yra privaloma įvertinti išteklius ir kitus hidrogeologinius parametrus bei vykdyti požeminio vandens monitoringą. Turi būti vykdomi sistemingi vandens hidrocheminės sudėties stebėjimai (LGT, 2011). Remiantis sukauptais duomenimis vertinama ne tik požeminio vandens kokybė, bet ir jos kaitos priklausomybė nuo eksploatacijos intensyvumo, tuo pačiu atskleidžia vandenvietės išteklių formavimosi šaltinius. Esant tokiai įstatyminiai bazei yra surenkama daug vertingos informacijos. Tačiau vertinant mažų vandenviečių (<100 m³/d) išteklius, dažniausiai filtraciniai parametrai yra nurašomi iš gręžinio paso, nauji bandomieji išpumpavimai neatliekami.

2.4 Geologinės – hidrogeologinės sąlygos

Tiriamas plotas, kaip ir visos Lietuvos teritorija, priklauso Pabaltijo arteziniam baseinui, kurio didžiąją dalį užima Baltijos jūra – apie 200 tūkst. kvadrinių kilometrų, likusius 260 tūkst. kvadrinių kilometrų baseino sudaro atskiros struktūros: Baltijos sineklezė, Baltijos skydo pietinis šlaitas, Mozūrijos – Baltarusijos anteklize. Pabaltijo arteziniame baseine išskiriamos trys struktūrinės dalys - šiaurinis artezinio baseino šlaitas ir pietrytinis artezinio baseino šlaitas - juose kristalinis pamatas slūgso ne giliau kaip 500 metrų gylyje ir centrinė dalis. Šioje dalyje kristalinis pamatas aptinkamas nuo 500 metrų gylio iki 5000 metrų. Šiai daliai priklauso tyrimų plotas. Pabaltijo artezinio baseino centrinėje dalyje yra išskiriami trys hidrogeologiniai aukštai:

- Kainozojaus – mezozojaus;
- Viršutinio paleozojaus;
- Apatinio paleozojaus ir viršutinio proterozojaus.

Šiuos aukštus skiria vandeniui prastai laidūs sluoksniai – vandensparos. Kainozojaus mezozojaus aukštą nuo viršutinio paleozojaus skiria triaso, tuo pačiu apatinio paleozojaus nuo viršutinio proterozojaus silūro–ordoviko regioninė vandenspara. Devono periodo Narvos svitos uolienų vandenspara skiria paleozojaus hidrogeologinį aukštą į dvi dalis. Aiškesniam hidrogeologiniam suvokimui detaliau bus nagrinėjamas kiekvienas sluoksnis – jo litologija, paplitimas, slūgsojimo sąlygos.

Tirtame plote žemės paviršiuje paplitusių šiuolaikinių nuogulų storis vyrauja nuo kelių iki dešimties metrų vakarinėje ploto dalyje ties Baltijos jūra. Šias nuogulas bei nuosėdas asluojančių kvartero darinių storis rajone kinta nuo 38,0 iki 149,0 metrų gilesnių paleoįrėžių vietose. Šiems būdinga daugiasluoksnė sandara, kurioje dominuoja vandeniui mažai laidūs viršutinio Nemuno, Medininkų, Žemaitijos moreninio priesmėlio ir priemolio bei to pačio amžiaus limnoglacialinio

molio sluoksniai, rečiau pasitaiko ir vėlesnių ledynmečių – Dainavos, Dzūkijos nuogulų sluoksniai bei vandeniui laidūs smėlingi tarp sluoksniai.

Didžiausią dalį tyrimų ploto po kvartero dariniais užima slūgsantys viršutinės ir vidurinės jūros periodo ($J_3 - J_2$) sluoksniai, kurių bendras storis svyruoja nuo 15 m – 43 m. Tiriamame plote kur kas dažniau sutinkamos vidurinės jūros (J_2cl) vandeniui mažai laidūs ir laidūs sluoksniai negu viršutinės jūros. Jos didžioji dalis sudaryta iš (J_{3ox}) juodų žėrutingų molių, tačiau aptinkama ir aleurito ir smulkaus molingo smėlio, paminėtų sluoksnių prastos filtracinės savybės – vandens išgavimui netinkamos. Dažniausiai – 80% ploto po kvartero danga slūgso vidurinės jūros sluoksniai: tai Kelovėjaus aukšto nuogulos – molis, aleuritas, mergelis, tačiau pasitaiko ir lokaliai neišplitusių vandeningų tarp sluoksnių.

Po kvartero danga mažesnę dalį – 40% tiriamame plote užima mažai vandeniui laidūs triaso (T_1 nm-pl) sluoksniai. Šios regioninės vandensparos kraigo slūgsojimo gylis, o tuo pačiu ir storis, priklauso nuo ledynų egzeracinės veiklos. Vakarinėje ploto dalyje, ties Palanga triaso molių kraigas yra 62,0-68,5 gylyje, storis 112,0 -134,0 m (pagal grėžinių Nr. 10860, 18718 duomenis), o rytinėje dalyje sluoksnio storis svyruoja nuo 23,4 – 83,0 m. (grėžiniai Nr. 8249, 6563, 9319). Dėl didelio grėžinių tankio Palangos miesto teritorijoje galima panagrinėti situaciją kurorte. Yra žinoma, kad centrinėje miesto dalyje ties J. Basanavičiaus gatve triaso uolienų kraigas yra 149 m gylyje, o storis – vos 11,5 m (grėžiniai Nr. 10456, 10933). Triaso vandensparos pado, kaip ir kitų giliau esančių jūrinės sedimentacijos sluoksnių, slūgsojimo sąlygos vakarinėje tiriamo ploto dalyje yra išlaikytos, jis yra 158,0-196,0 m (abs.a. -153,6 - -184,2 m) gylyje, o rytinėje dalyje vyrauja nuo 138,1 – 174,2 m (abs. a. -38,1 - -61,0). Triaso vandenspara sudaryta iš rausvai ir tamsiai rusvo molio, molingo mergelio, molingo aleurito, vietomis su pilkos klinties tarp sluoksniais. Apatinėje dalyje yra gipso, smiltainio tarp sluoksnių. Triaso regioninę vandensparą asluoja permo sistemos uolienos.

Viršutinio permo (P_2) vandeningasis sluoksnis suklotas iš Naujosios Akmenės (P_2 nk) svitos šviesiai pilkos, kaveringos klinties, esančios apatinėje permo sistemos uolienų sluoksnio dalyje. Ją dengia Žalgirių (P_2 žl) ir Priegliaus (P_2 pr) svitų nevandeningos permo karbonatinės uolienos klintis, mergelis. Bendras permo uolienų storis plote svyruoja nuo iki 25,0 iki 65,0 m, o jo vandeningosios dalies apie apytiksliai 20,0 m. Permo sluoksnius asluoja apatinio karbono Klykuolių (C_1 kl) ir viršutinio devono Ketlerių (D_3 kt) svitų uolienos, kurių litologija ir slūgsojimas rodo, kad šių uolienų klostymasis vyko negilaus jūrinio-lagūninio baseino sąlygomis, egzistuojant tektoninio kilimo-grimzdimo veiksniams. Pastarųjų pasekmės yra karbonatinių - mergelis, dolomitas, domeritas ir terigeninių - smėlis, smiltainis, molis, aleurolitas uolienų persiluoksniaivimas minėtų svitų sluoksnyje, kurio bendras storis 22,0-29,6 m. Kiek didesni vandeningo smiltainio storiai yra tik viršutinėje minėtų uolienų sluoksnio dalyje. Kitur dominuoja vandeniui mažai laidžios karbonatinės ir terigeninės uolienos. Dėl to, Klykuolių ir Ketlerių svitų sluoksniai yra sąlyginė vandenspara, skirianti viršutinio permo ir žemiau jos esančius viršutinio devono famenio gėlo vandeningojo komplekso sluoksnius.

Famenio (D_3 fm) vandeningasis kompleksas plačiai paplitęs šiaurės vakarinėje Lietuvos teritorijos dalyje. Pagrindiniai gėlo vandens sluoksniai yra viršutinėje komplekso dalyje. Tai - esančios Žagarės ir Švetės (D_3 žg-šv) svitų karbonatinės uolienos dolomitas ir klintis, pasižyminčios dideliu kaveringumu, poringumu ir plyšiuotumu. Gilyn šių sluoksnių filtracinės savybės, dėl mažėjančio uolienų kaveringumo, prastėja. Žemiau esančių Murių ir Akmenos (D_3 mr-ak) svitų, suklostytų iš dolomito, dolomitinio mergelio, smėlingos klinties su mergeliu, sluoksniai lokaliuose vietose taip pat daugiau ar mažiau vandeningi tik dėl minėto sporadiško jų kaveringumo, plyšiuotumo. Bendras famenio vandeningojo komplekso storis 45,0 - 57,0 m. Pažymėtina, kad Klaipėdos-Šventosios zonoje permo-karbono-famenio vandeningoji storumė suskaidyta tektoninių

sprūdžių, kurių amplitudė siekia 30-50 m. Tai deformuoja požeminio vandens srautų filtraciją, jų pjezometrinį lygį ir kitus parametrus. Famenio aukšto pade slūgso Kuršių, Jonišio ir Šiaulių svitų vandeniui mažai laidžios uolienos - klintis kieta, masyvi, dolomitinė, molinga, su mergeliu, mergelis - dolomitingas. Bendras šių uolienų sluoksnio storis tiriamame rajone 40-45 m. Ši vandenspara skiria minėtus aukščiau esančius gėlo (<1 g/l) vandens sluoksnius nuo giliau slūgsančių mineralinio vandens sluoksnių. Kruojos (D₃ krj) vandeningasis sluoksnis Famenio vandeningajame komplekse slūgso 318,0-319,0 m gylyje Palangoje ir 220,0 – 240,0 rytinėje tyrimų plotų dalyje. Pastorojo storis 3-9 m. Jį dengia vandenspariniai Šiaulių, Jonišio, Kuršių svitų dolomitinių klinčių sluoksniai. Kruojos sluoksnis suklostytas iš smulkiakristalinio dolomito. Jo vandeningumas nedidelis dėl mažo uolienų kaveringumo ir plyšiuotumo. Nagrinėjant atliktų darbų ataskaitas, paaiškėjo, kad Kruojos vandeningasis sluoksnis Palangos kurorto mineralinio vandens žvalgybos darbų metu buvo išbandytas kartu su giliai esančiu, taip pat mažai vandeningu šioje vietoje - Stipinų (D₃ st) sluoksniu. Stipinų sluoksnis yra 350,0 - 365,0 m gylyje vakaruose bei 260,0 – 280,0 m. rytuose, o jo storis 7,0-15,0 m. Šis vandeningasis sluoksnis, kaip ir Kruojos, išreikštas mažai kaveringu, pilku dolomitu. Kruojos ir Stipinų sluoksnius skiria 28,0-41,6 m storio Pakruojos (D₃ pk) svitos vandensparinis - dolomitinis mergelis su molio ir gipso tarp sluoksniais. Stipinų sluoksnį asluoja mažai laidaus vandeniui Pamūšio (D₃ pm) svitos mergelio su dolomito ir gipso tarp sluoksniais, kurių storis 50,0-65,0 m. Žemiau jo slūgso Įstro (D₃ ys) vandeningasis sluoksnis slūgso 414,0-443,0 m gylyje vakaruose, 325,0 – 335,0 m. rytuose, o storis apie 3,0 – 7,0 m. Jis sudarytas iš silpnai kaveringo ir plyšiuoto, kieto, kriptokristalinio, dolomito su mergelio tarp sluoksniais ir gipso lizdais. Šio sluoksnio požeminio vandens formavimosi sąlygos ir cheminė sudėtis analogiška aukščiau esantiems Kruojos ir Stipinų vandeningiesiems sluoksniams. Įstro vandeningąjį sluoksnį asluoja Tatulos (D₃ t) svitos vandensparinis dolomitas, pilkas iki šviesiai pilko, masyvus, mikro ir netolygiai sluoksnijuotos tekstūros, vietomis mergelingas, su gipso priemaiša, pereinančiais į mergelio ir gipso tarp sluoksnius.

Įstro ir Stipinų sluoksniai išbandyti žvalgybiniu-ekspluataciniu gręžiniu Nr. 10859(3že) „Kastytis“ atvira 120 mm skersmens gręžskyle intervale 360-439 m (1974-07-27). Šiuos sluoksnius skiriančio Pamūšio mergelio storis 51,8 m (int. 370,8-422,6 m). Pjezometrinis vandens lygis gręžinyje 1,41 m (abs.a. 7,02 m) gylyje, vandens spūdis virš sluoksnio kraigo 360,5 m. Gręžinio našumas nedidelis: debitas (Q) 0,058 l/s, vandens lygio pažemėjimas (S) 72,2 m, savitasis debitas (q) 0,0008 l/s.

Įstro ir Stipinų sluoksnių vandens mišinio cheminė sudėtis analogiška Kruojos-Stipinų mišiniui - magnio kalcinė sulfatinė. Bendroji vandens mineralizacija pagal sausąją liekaną 3,17 g/l. Sulfato (SO₄²⁻) jonų koncentracija 2080 mg/l, kalcio (Ca²⁺) jonų 520 mg/l, magnio (Mg²⁺) 210 mg/l, natrio ir kalio (Na⁺ + K⁺) 100 mg/l, chlorido (Cl⁻) 80 mg/l. Šių sluoksnių vandens cheminės sudėties formavimasis ir jo mineralizacijos lygis sąlygotas minėtos sulėtintos horizontalios vandens filtracijos per gipsingas karbonatines uolienas. Dėl to praktiškai sutampa ir visų trijų paminėtų sluoksnių vandens išplitimo ribos (Šonta ir kt., 1974).

Kupiškio-Suosos (D₃ kp-s) arba Pliavinių (D₃ pl) vandeningasis sluoksnis slūgso 450,0-459,0 m gylyje vakaruose, rytuose - 300, – 325,0 m. Jį dengia 29,3-34,0 m storio mažai laidus vandeniui Tatulos dolomitas. Bendras vandeningąjį sluoksnį sudarančio masyvaus dolomito su balto ir šviesiai rausvo gipso, žalsvai pilko, rausvai rusvo dolomitinio mergelio tarp sluoksniais storis yra 9,0-20,0 m, tačiau geresnėmis vandens savybėmis pasižymi viršutinė, apie 2,0 – 7,0 m storio, sluoksnio dalis, kur dolomitas daugiau kaveringas ir plyšiuotas. Kupiškio-Suosos vandeningąjį sluoksnį asluoja 15,0-30,0 m storio Jaros (D₃ jr) svitos mergelis su dolomito ir smiltainio tarp sluoksniais. Mergelis - nuo purvinai alyvinio iki rausvai rusvo, dolomitinis, vietomis molingas.

Kupiškio-Suosos sluoksnis mineralinio vandens vandenvietėje išbandytas gręžiniu Nr. 10858(2že) „Eglė“, atvira 120 mm skersmens gręžskyle intervale 459,0-468,5 m (1973-12-08). Sluoksnio pjezometrinis lygis 14,52 m (abs.a. -5,6 m) gylyje, vandens spūdis virš jo kraigo 444,5 m. Gręžinio debitas (Q) 0,29 l/s, pažemėjimas (S) 26,26 m, savitasis debitas (q) 0,01 l/s. Sluoksnio vandens laidumo koeficientas (km) 6,5 m²/d, pjezolaidumo koeficientas (a) 0,2x10⁶. (Šonta ir kt., 1974)

Kupiškio-Suosos sluoksnio vanduo kalcio natrinis sulfato chloridinis, turintis padidintą bromo koncentraciją (12,3 g/l). Bendroji vandens mineralizacija pagal sausąją liekaną 12,1 g/l. Chlorido (Cl⁻) jonų koncentracija 5290 mg/l, natrio (Na⁺) jonų 2890 mg/l, sulfato (SO₄²⁻) 2540 mg/l, kalcio (Ca²⁺) jonų 1000 mg/l, magnio (Mg²⁺) 320 mg/l, bikarbonato (HCO₃⁻) 100 mg/l. (Šonta ir kt., 1974)

Šventosios-Upninkų (D₃₋₂ šv-up) komplekso kraigas yra 466,0-510,0 m (abs.a. -461,6 —498,2 m) gylyje vakarinėje ploto dalyje - ties Palanga. Bendras šios persisluoksniuojančių terigeninių smėlingų (smėlio, silpnai sucementuoto smiltainio) ir molingų, aleuritingų uolienuų storumės storis Palangos kurorte yra 195,0-214,0 m. Padas slūgso 680,0-718,0 m gylyje. Jį asluoja regioninė Narvos (D₂ nr) vandenspara, kurią sudaro įvairiaspalvės uolienos: mergelis (dolomitinis) su aleurolito ir smiltainio tarpsluoksniais, vietomis molingas, smėlingas; aleurolitas; smiltainis silpnai sucementuotas molingų cementu. Geromis vandens filtracinėmis savybėmis pasižymintys sluoksniai dominuoja viršutinėje ir apatinėje komplekso dalyje. Vidurinėje komplekso dalyje yra daugiau ir didesnio storio (iki 25 m) mažai laidžių vandeniui (vandensparinių) sluoksnių. Tuo tarpu apatinėje telkinio dalyje esančioje Šventosios-Upninkų komplekso margaspalvių terigeninių storumėje (maždaug iki 680-718 m) esantys silpnai sucementuoto vandeningojo smiltainio sluoksniai atskirti mažai laidžiais vandeniui moliu ir mergeliu, vietomis sudarančių iki keliasdešimties metrų vandensparinius sluoksnius, skiriančius skirtingos mineralizacijos vandenį.

Tai, kad Šventosios-Upninkų komplekso viršutinėje ir apatinėje dalyje esantys vandeningieji sluoksniai daugiau ar mažiau izoliuoti vidurinėje dalyje esančių vandensparinių sluoksnių, nustatyta mineralinio vandens žvalgybos Palangos kurortui metu 1973-1974 m. Tuomet šis kompleksas išbandytas keturiais gręžiniais. Viršutinė komplekso dalis (int. 487,5-565,0 m) išbandyta gręžiniais Nr. 10456(6e) „Palanga“ ir Nr. 10860(4že) „Naglis-1“. Šių gręžinių savitieji debitai panašūs. Bandomojo ir tiriamojo eksploatacinių pumpavimų metu jie atitinkamai buvo 0,14-0,16 l/s ir 0,10-0,15 l/s. Apatinė komplekso dalis (int. 664,0-680,5 m) išbandyta gręžiniais Nr. 25569 „Palanga-318a“ ir Nr. 10874(1že) „Žilvinas-1“. Tuomet analogiškų bandymų metu pirmojo gręžinio savitasis debitas buvo 0,02 l/s, o antrojo apie dešimt kartų didesnis, 0,14 – 0,20 l/s. (Šonta ir kt., 1974)

Tiek viršutinės, tiek apatinės komplekso dalies sluoksnių vandens laidumo koeficiento reikšmės, nustatytos pagal žvalgybos gręžinių pumpavimų duomenis, kinta plačiame diapazone, nuo 3,1-4,3 m²/d iki 219-349 m²/d. Tai rodo aprašomo vandeningojo komplekso hidrogeologinių sąlygų įvairovę ir sudėtingumą. Iš rytų pusės besifiltruojančio požeminio iškrovos zona yra Baltijos jūra, kur pastarasis išsikrauna sudėtingomis tektoninių lūžių ir jų sueižėjimo zonų sistemomis. Dėl Šventosios-Upninkų komplekso vidurinėje dalyje esančių molingų, aleuritingų vandensparų, kurios daugiau ar mažiau hidrodinamiškai izoliuoja jo viršutinėje ir apatinėje dalyje esančius vandeninguosius sluoksnius, pastarųjų pjezometrinis lygis ir vandens mineralizacija yra skirtingi (Paplauskas ir kt., 2019).

Viršutinės komplekso dalies vandeningųjų sluoksnių pjezometrinis lygis yra 4,6-8,1 m (abs.a. 10,5-12,8 m) aukščiau žemės paviršiaus, o apatinės dalies sluoksnių 0,6-2,9 m (abs.a. 8,1-5,7 m) gylyje. Pjezometrinių lygių skirtumas yra apie 4,7-4,8 m. Minėtų tyrimų metu skirtingame gylyje esančio vandens bendroji mineralizacija (pagal sausąją liekaną) skyrėsi maždaug dvigubai. Viršutinėje komplekso dalyje ji buvo 13,7-17,4 g/l (gręž. 10456, 10860), o apatinėje 32,9-34,7 g/l

(grėž. 10874, 25569). Pagal joninę sudėtį, tiek viršutinės, tiek apatinės komplekso dalies vanduo kalcio natrinis chloridinis.

2.5 Požeminio vandens naudojimas

Tyriamame plote požeminis vanduo yra išgaunamas iš skirtingų geologinių periodų uolienų (1 priedas). Galime pradėti nuo arčiausiai slūgsančių žemės paviršiaus sluoksnių. Tai nagrinėjamame plote požeminio vandens eksploatacijai naudojami įvairių frakcinių dydžių smėlio, rečiau žvirgždo (vietomis molingi, aleuritingi) sluoksniai, sporadiškai paplitę tarp sluoksnių ir lėšiai, kuriuose kaupiasi gruntinis ir tarp sluoksnių požeminis vanduo. Jie priskiriami viršutinio Nemuno, viršutinio Nemuno – Medininkų, Medininkų – Žemaitijos, Žemaitijos – Dainavos, Dainavos – Dzūkijos vandeningiesiems sluoksniams. Pastarųjų storis kinta nuo 2 m iki 11 m, vietomis iki 20 – 30 m. Didesnio storio vandeningųjų sluoksnių paplitimas susijęs su paleoįrėžiais, kuriuose jų našumas reikšmingai padidėja. Tuo tarpu tyrimų rajone yra vietų, kuriose kvartero vandeningieji sluoksniai retai pasižymi geromis vandens filtracinėmis savybėmis, didesniu vandeningumu. Dėl to, požeminio vandens gavybai jie gali būti naudojami tik individualiems poreikiams patenkinti. Išimtiniais atvejais, juos tinkamai išžvalgius, galima išgauti didesnius vandens kiekius. Į šiuos sluoksnius įrengtų grėžinių savitieji debitai yra 0,11 - 5,0 m³/h, dažniau 0,7-1,1 m³/h. Požeminis vanduo gėlas, jame dominuoja hidrokarbonato ir kalcio bei magnio jonai, bendroji vandens mineralizacija 0,3 – 0,5 g/l. Šie vandeningųjų sluoksnių ištekliai naudojami patenkinti individualiems poreikiams, tačiau pastaruoju metu dėl giliau esančių sluoksnių vandens cheminės sudėties, kuriuose fluoridų koncentracija viršija geriamam vandeniui nustatytą ribinę vertę (1,5 mg/l) mažų gyvenviečių vandenvietėse, kur yra sąlyginai nedidelis vandens suvartojimas, grėžiniai pergrėžiami būtent į šiuos vandeninguosius sluoksnius.

Juros periodo nuogulose giliau pasitaiko ir smėlingų tarp sluoksnių, iš kurių pavieniais grėžiniais eksploatuojamas požeminis vanduo. Šių sluoksnių storis paprastai neviršija 20 m. storio, o pjezometrinis lygis žemėja pietvakariu kryptimi. Šis vandeningas sluoksnis neretai eksploatuojas vandenvietėse Klaipėdos rajone, taip pat ir patenkinti ir individualiems poreikiams.

Permo vandeningas sluoksnis yra vienas pagrindinių pajūrio rajono gėlo vandens sluoksnių, naudotų viešajam vandens tiekimui ir eksploatacijai. Į šį sluoksnį įrengtos daugumos vandenviečių grėžiniai. Šio sluoksnio vandenyje randama padidinta toksinio geriamo vandens kokybės rodiklio fluoro koncentracija, todėl šalia yra įrengiami eksploataciniai vandens grėžiniai į kvartero tarp moreninius smėlingus tarp sluoksnius. Prieš pateikiant vartotojams vandenviečių filtrinėse - siurblinėse vanduo iš skirtingų sluoksnių yra sumaišomas, paruošiamas vartojimui nugeležinimo filtrinėse kolonose.

Famenio (D₃ fm) vandeningasis kompleksas plačiai paplitęs šiaurės vakarinėje Lietuvos teritorijos dalyje, kur yra vienas pagrindinių vandeningųjų sluoksnių naudojamų viešajam gėlo vandens tiekimui. Nežiūrint to, kad šio komplekso sluoksnių, taip pat, kai ir viršutinio permo, vandenyje padidinta fluoro koncentracija, viešajam tiekimui, įrengus tinkamus gerinimo įrenginius, šie sluoksnių vanduo naudojamas plačiau nei permo. Pagrindiniai gėlo vandens sluoksniai yra viršutinėje komplekso dalyje esančios Žagarės ir Švetės (D₃ žg-šv) svitų karbonatinės uolienos: dolomitas, klintis - pasižymintys dideliu kaveringumu, poringumu ir plyšiuotumu. Gilyn šių sluoksnių filtracinės savybės, dėl mažėjančio uolienų kaveringumo, prastėja. Žemiau esančių Murių ir Akmenos (D₃ mr-ak) svitų, suklostytų iš dolomito, dolomitinio mergelio, smėlingos klinties su mergeliu, sluoksniai lokaliaose vietose taip pat daugiau ar mažiau vandeningi tik dėl minėto sporadiško jų kaveringumo, plyšiuotumo. Viršutinio devono vandeningieji

sluoksniai, kurie šiaurės vakarinėje Lietuvos teritorijos dalyje yra didelio storio ir pasižymi geromis vandens kolektorinėmis savybėmis, pajūrio zonoje yra molingi, mažiau kaveringi ir vietomis visiškai nevandeningi. Iš Žagarės svitos dolomito vanduo yra tiekiamas Palangos miesto gyventojams.

Šiuo metu Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso mineralinis vanduo tyrimų plote eksploatuojamas dviem gręžiniais. Vanduo naudojamas rekreaciniais tikslais – balneoterapijai ir kitoms sveikatingumo procedūroms. Rytinėje ploto dalyje šio komplekso vanduo naudojamas geriamojo mineralinio vandens „Tichė“ perpilstymui.

2006 metais A. Buitkus rašė, kad Palangos mineralinio vandens telkinyje yra įrengtos dvi vandenvietės, kuriose yra 8 gavybos gręžiniai. Šiuolaikinėmis rinkos ekonominėmis sąlygomis įmonė „Baltijos Aktima“ yra parengusi monitoringo programą ir pasirengusi mineralinio vandens rentabiliai eksploatacijai. Šiuo metu iš viešai prieinamų duomenų matoma, kad eksploatacija nevykdoma, gręžiniai užkonservuoti. Per 37 metų laikotarpį nuo 2011 metų atsirado dar dvi mineralinio vandens vandenvietės (5 pav.), kuriose yra po vieną gręžinį ir jų vanduo yra eksploatuojamas. Vienos iš vandenvietės gręžinio įrengimo darbai, kuriuos vykdant teko dalyvauti, bus aptarti tolesniame skyriuje.



5 pav. Viena iš dviejų eksploatuojamų mineralinio vandens vandenviečių Palangoje (autorius nuotrauka 2019 metai rugsėjo mėnuo)

3. DARBO METODIKA

3.1 Informacijos šaltiniai

Visų geologinių, hidrogeologinių tyrimų – darbų pradžioje yra nagrinėjami ir apžvelgiami jau atlikti faktiniai vietovės tyrimų rezultatai, išvados, darbų kiekis bei apimtis, jų patikimumas. Gilių vandeningų kompleksų paplitimo, jų cheminės sudėties bei hidrogeodinaminių parametru nustatymui yra įrengiami gręžiniai. Gręžinių įrengimo metu sužinome apie geologinę – litologinę stromės sudėtį, o jau įrengus ir atlikus išpumpavimo darbus, paaiškėja ir sluoksnio porose slūgsančio išfiltravusio vandens hidrocheminė vandens sudėtis bei filtraciniai parametrai. Visų šių darbų metu gauta informacija surašoma gręžinių pasuose ir išteklių įvertinimo bei apsaugos zonų nustatymo hidrogeologinėse ataskaitose. Gręžinių pasuose surašoma pradinė ir geologinė – hidrogeologinė informacija: darbų atlikimo vieta, laikas, adresas, numeris, gylis, savininkas, darbus atlikusi organizacija, gręžinio paskirtis, atlikti tyrimai, gręžimo būdas, gręžinio konstrukcija ir panaudos medžiagos, tamponavimo būdai ir intervalai, kerno išeiga, aprašomas geologinis pjūvis, vadeningųjų sluoksnių hidrogeodinaminė charakteristika, hidrocheminė charakteristika. Geologinėse – hidrogeologinėse išteklių ir apsauginių zonų ataskaitose pateikiama: duomenys apie telkinį, apylinkių geologinės – hidrogeologinės sąlygos, telkinio režimo analizė, hidrogeodinaminių parametru įvertinimas, požeminio vandens kokybės charakteristika ir jos kaita, išteklių įvertinimas, nustatytos arba apskaičiuotos vandenvietės apsaugos zonos, rekomendacijos monitoringui ir eksploatacijai (LGT, 2012).

Visa aukščiau paminėta geologinių tyrimų ir rezultatų informacija pagal galiojančius teisės aktus ir reikalavimus yra pateikiama Lietuvos geologijos tarnybai. Pastarojoje informacija saugoma archyve bei skaitmenizuojama – saugoma ir pateikiama asmenims, turintiems teisę su ja dirbti.

Savo magistro studijų baigiamajam darbui anksčiau atliktų tyrimų geologinę – hidrogeologinę informaciją bei pradinius rodiklius duomenų bazės suformavimui gavau ir panaudojau iš LGT fondų – tai ataskaitos, gręžinių pasai bei skaitmeniniai duomenys iš LGT informacinės sistemos GEOLIS.

Daug informacijos ir naudingų pjūvių pavyko aptikti 1974 m. Kompleksinės hidrogeologijos ekspedicijos hidrogeologų Z. Šontos, V. Tolvaišos, G. Gurevičienės, V. Meškausko, J. Valiukevičiaus parašytoje daugiatomėje tyrimų ataskaitoje. Ji parengta tuo metu Palangoje įrengus 6 naujus gręžinius: Kastytis, Naglis – 1, Palanga-318a, Palanga-318, Žilvinas-1 ir Eglė.

Kitą dalį pradinės ankstesnių tyrimų informacijos panaudojau iš UAB „ARTVA“ archyve esančių gręžinių pasų, gręžimo darbų žurnalų, hidrogeologinių ataskaitų. Kaupti, o svarbiausia patikslinti abejonių keliančią informaciją pagal šiame archyve saugomus dokumentus, buvo paprasčiausia. Gręžinių pasuose įrašytą informaciją buvo galima patikrinti gręžimo žurnaluose, lauko darbų užrašuose taip išsaugant didesnę ir tikslesnę duomenų kiekį. Tačiau taip pat padaryti ne visada pavykdo su Geologijos tarnyboje esančiais gręžinių pasais, nes pradinės pirminės informacijos šaltiniai: gręžimo žurnalai, lauko darbų užrašai bei hidrocheminiai protokolai yra likę arba galėtų būti saugomi buvusių žvalgybinių ekspedicijų archyvuose. Dėl to abejonę keliantys rodikliai – jų negalint patikrinti – buvo pašalinti.

Teorinė ir akademinė informacija buvo surinkta iš Lietuvos hidrogeologų parašytų vadovėlių, mokslinių straipsnių, ataskaitų bei užsienio autorių atliktų tyrimų.

Naujausia faktinė geologinė - hidrogeologinė informacija buvo gauta man asmeniškai dalyvaujant, vykdant – kuruojant gręžinio įrengimo lauko darbus 2018-2019 metais į Šventosios – Upninkų vandeningąjį kompleksą Palangos mieste, kuriuos vykdė įmonė UAB „Artva“. Atlikus

gręžimo darbus ir įvykdžius numatytus tyrimus buvo parengta ataskaita - „Sanatorijos „Gradiali“ požeminio mineralinio vandens vandenvietės Vanagupės g. 15, Palangoje išteklių įvertinimo ir apsaugos zonos projekto hidrogeologinė ataskaita“, kurios autoriai yra N. Šeirys, Ž. Visockienė ir E. Paplauskas.

3.2 Hidrogeologinių gręžinių gręžimas Palangoje ir tyrimai juose

Po 36 metų Palangos kurorte vėl atsiradus mineralinio vandens poreikiui buvo pradėta ruošti gręžinio įrengimo darbus. 2010 metų pabaigoje UAB „Artva“ specialistų buvo paruoštas projektas naujam mineralinio vandens gręžiniui įrengti Birutės alėjoje Palangoje. Praėjus vos pusmečiui 2011 metų vasaros pradžioje buvo ir įrengtas 522,0 metrų gylio mineralinio vandens gręžinys į Šventosios – Upninkų vandeningą kompleksą. Praėjus keliems metams, atsirado daugiau susidomėjusių verslo organizacijų turėti nuosavą mineralinio vandens šaltinį. Taip 2017 buvo pradėti pasiruošimo darbai naujo gręžinio įrengimui šiauresnėje Palangos dalyje – Vanagupės gatvėje. Suderinti leidimai darbams vykdyti, atlikti įtakos – žalos aplinkai vertinimas, paruoštas techninis projektas ir 2018 m. vasaros viduryje prasidėjo gręžimo darbai, kuriuose teko aktyviai dalyvauti.

Lauko darbai prasidėjo nuo logistinės veiklos – gręžimo bei pagalbinės technikos gabenimo į pajūrį, toliau sekė darbų aikštelės paruošimieji darbai – iškasta pagal gręžimo techninius reikalavimus atitinkamo tūrio technologinė duobė, išlyginta aikštelė – nustumdytas juodžemis, išdėstyta 600 metrų gręžimo štangų, vadeningų sluoksnių izoliavimo – tamponavimo įranga ir kt.

Atlikus aukščiau paminėtus darbus, prasidėjo gręžimo darbai (6 pav.).



6 pav. Gręžimo darbų aikštelė. (N. Šeirio nuotrauka 2018 metai – dešinėje E. Paplauskas)

Buvo pasirinktas efektyviausias Lietuvos geologinėmis sąlygomis gręžimas: sukamasis – ardomasis su tiesioginiu molio skiediniu praplovimu. Numatyta gręžinio konstrukcija teleskopinė (Artva, 2018) – išsinagrinėjus artimiausių gręžinių ir atliktų inžinerinių – geologinių tyrimų informaciją - buvo gręžiama Ø395mm rutuliniu kalnu iki 36,5 m. Šiame gylyje buvo įsigilinta į storą paskutiniojo aplėdėjimo molingą moreninį sluoksnį. Į kirtavietę buvo supilta gamtinio – bentonitinio molio taip papildomai izoliuojant būsimo konduktoriaus – apsauginės kolonos užvamzdinę dalį. Apsauginės kolonos plieninių vamzdžių skersmuo buvo Ø355mm, sienelės storis 11mm., vamzdžių ilgis 6,0 m., kurie tarpusavyje suvirinti. Jie buvo nuleisti intervale 0,0 – 36,0 m, užvamzdinė dalis užcementuota ir tamponuota gamtiniu moliu. Giliau gręžta buvo Ø303 mm rutuliniu kalnu, papildomai prie vedamojo – koloninio vamzdžio buvo prijungtas centratorius – kuris padėjo išlaikyti pastovų gręžskylės diametrą gręžiant per ypatingai kietą ir brinkų triaso periodo raudonspalvį molį. Tokio diametro kalnu buvo gręžiama iki 220,0 m. gylio taip pragręžiant kvartero storymę, po kurią slūgsojo apatinio triaso periodo molis (kraigo abs. a. -112,0 m. – pado -169,0 m.), toliau permo periodo Priegliaus svitos mergelis (pado abs. a. 178,0 m.) ir Naujosios Akmenės svitos plyšiuota klintis (pado abs. a. 199,0 m.) ir įsigilinta į apatinio karbono violinei raudono molingo mergelio storymę. Pragrėžus šį intervalą – buvo atlikti elektrometriniai tyrimai – elektro karotažas ir parinkta plieninės techninės kolonos tiksli cementacijos vieta. Techninės kolonos vamzdžių skersmuo - Ø355mm, sienelės storis 8mm, vamzdžių ilgis 6,0 m., kurie buvo tarpusavyje suvirinti, o užvamzdinė dalis užcementuota intervale 170,0 – 216,0 m likusi dalis užvamzdinės ertmės tamponuota cemento – smėlio - molio mišiniu. Suleidus aukščiau paminėtą koloną, giliau buvo gręžiama Ø195mm rutuliniu kalnu ir pragrėžtas karbono sluoksnis (pado abs. a. -226,0 m.) ir pradėtas sunkiausias gręžimo etapas – tai viršutiniojo devono svitų dolomintos kietos uolienos. Gręžiama buvo per Žagarės svitos plyšiuotą dolomitą (pado abs. a. -243,0 m.), Švetės svitos dolomitą (pado abs. a. -259,0 m.), Mūrių svitos mergelį (pado abs. a. -264,0 m.), Akmenos svitos margaspalvę kaveringą klintį (pado abs. a. -276,0 m.), Kuršių svitos klintį (pado abs. a. -296,0 m.), Jonišio svitos klintį (pado abs. a. -308,0 m.), Šiaulių svitos tamsiai pilką mergelį (pado abs. a. -324,0 m.), Kruojos svitos kaveringą dolomitą (pado abs. a. -329,0 m.), Pakruojos svitos pilką mergelį (pado abs. a. -358,0 m.), Stipinų svitos pilką, silpnai plyšiuotą dolomitą (pado abs. a. -367,0 m.), Pamūšio mergelį (pado abs. a. -419,0 m.), Įstros – Tatulos svitos dolomitą su gipso tarp sluoksniais (pado abs. a. -446,0 m.), Suosos – Kupiškio svitos plyšiuotą dolomitą (pado abs. a. -460,0 m.), Jaros svitos pilką mergelį (pado abs. a. -471,0). Galiausiai, pragrėžus įvairialypį dolomitingą viršutiniojo devono dalį, buvo pasiektos Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso uolienu kraigas (abs. a. -471,0 m.). Toliau buvo gręžiama su Ø133mm rutuliniu kalnu iki 520,0 m. gylio ir pragrėžtas didelio storio šviesiai pilko smėlio - smiltainio Šventosios – Upninkų vandeningas tarp sluoksnis (abs. a. int. -482,0 - -509,0 m.) ir įsigilinta į rausvo molio sluoksnį (pado abs. a. -514,0 m.). Išgrėžus šį intervalą buvo vėl atlikti geofiziniai – elektrometriniai tyrimai, nustatyti skirtingos stratigrafinio amžiaus sluoksnių tikslioms riboms bei išmatuoti efektyviojo sluoksnio ribas. Išnagrinėjus geofizinius duomenis (2 priedas) – buvo nuspręsta platinti gręžskylę Ø195mm rutuliniu kalnu iki 490,0 m. gylio. Atlikus šią užduotį buvo leidžiama Ø146mm plieninė eksploatacinė kolono int. 490,0 – 189,5 m. Kolonos vamzdžių ilgis 6,0 metrai, sienelės storis 5mm – vamzdžiai tarpusavyje suvirinti triguba siūle – sertifikuotų suvirintojų. Užvamzdinė dalis užcementuota intervale 490,0 – 310,0 m., likusi dalis cemento – smėlio – molio mišiniu. Praėjus kelioms darbo dienoms po cementacijos į gręžinį buvo leidžiamas darbinis įrankis su Ø124mm rutuliniu kalnu išvalyti gręžskylę iki kirtavietės. Atlikus šią užduotį buvo nuleista likusi eksploatacinės kolonos dalis intervale 189,5 – 0,0 m. Ø125mm PVC vamzdžių, o užvamzdinė dalis

užtamponuota gamtiniu molio ir smėlio mišiniu – protarpiais sudarant bentonitinio molio tarp sluoksnius.

Įrengus gręžinį buvo pradėti pirminio išpumpavimo darbai oro kompresoriumi – pumpuota buvo 28 valandas 30 m³/h – kol iš vandeningo sluoksnio buvo išplauta smulki molinga frakcija patekusi gręžimo metu. Pirminio išpumpavimo metu buvo paimti mėginiai ir pamatuota bendroji mineralizacija (12-13 g/l) ir savitasis elektros laidis (apie 16500 - 18500 μS/cm). Tokia bendroji mineralizacija buvo per maža – todėl buvo nuspręsta atlikti ilgalaikį išpumpavimą trūkusi 18 parų, kurio metu buvo iš gręžinio pumpuojama 6,0 m³/h debitu. Per šį laikotarpį buvo išpumpuota 1020 m³ vandens – tačiau išpumpavimo pabaigoje bendroji mineralizacija siekė 15,7 g/l, o savitasis elektros laidis 26300 μS/cm. Dėl palyginti nedidelės požeminio vandens mineralizacijos buvo priimtas sprendimas atlikti papildomo gręžimo - gilinimo darbus įsigręžiant į vandensparinius sluoksnius, skiriančius viršutinę Šventosios – Upninkų komplekso sluoksnius, skiriančius viršutinę šio komplekso dalį nuo apatinės. Taip jau į įrengtą požeminio mineralinio vandens įrenginį buvo įleidžiamas darbinis gręžimo instrumentas su Ø124mm rutuliniu kaltu ir pragręžta iki 570,0 m. gylio (abs. a. -564,0). Pragręžtas intervalas pasižymėjo tuo, kad dominavo rausvai raudonas molis su aleuritu ir vandeningais smėlio - smiltainio tarp sluoksniais, kurių storis svyravo nuo 2,0 iki 5,0 metrų, tačiau bendras vandeningų uolienuų storis žemiau 520,0 m ribos buvo tik 15,0 m. Tai nebūdinga Palangos mineralinio vandens telkinio Šventosios – Upninkų komplekso viršutinės dalies geologiniai sudėčiai – lyginant su kitų išgręžtų gręžinių geologiniu pjūviu. Pragręžtas naujas intervalas 520,0 – 570,0 buvo išvalytas ir išpumpuotas oro kompresoriumi – „airlift“o“ metodu – pumpavimo debitas 35 m³/h ir pumpavimo laikas - 8 valandos. Prieš ilgalaikį išpumpavimą į gręžinį buvo įleista automatinė vandens lygio matuoklė, įrašanti duomenis ir buvo atlikti ilgalaikiai išpumpavimai giluminiu siurbliu, kurie truko 842,6 valandas, esant 12,1 m³/h siurblio našumui, buvo išpumpuota 1800 m³ vandens bei spūdinio vandens išleidimas savitaka, kuris užtruko 551,6 valandas ir buvo išleista 476 m³ vandens. Atlikus išpumpavimą buvo paimti vandens mėginiai ir atlikta plati cheminė analizė apimanti higienos normų HN24:2017 ir HN28:2003 reguliuojamų parametų sąrašus.

Gruntas ir litologinė storumė buvo atpažįstama ir aprašoma nagrinėjant atliktų elektrometrinių – elektrokarotažo parametrines kreives, šlamą bei lyginant su aplinkinių gręžinių informacija.

3.3. Hidrogeologinių sąlygų charakterizavimas/pjūvio sudarymas

Magistrinio darbo tiriamos teritorijos hidrogeologinių sąlygų supratimui ir vizualizacijai buvo nubraižyti 3 hidrogeologiniai-geologiniai pjūviai. Vienas iš jų - Palanga – Plungė – Pabalvė – Kužiai (3 priedas) kerta tyrimų plotą iš vakarų į rytis, kitas - Nida – Toliai – Skuodas (4 priedas) iš pietvakarių į šiaurę bei trečias pjūvis (5 priedas) kerta Palangos miestą iš pietų į šiaurę. Pirmųjų dviejų hidrogeologinių - geologinių pjūvių pagrindu buvo pasirinkti 1974 m. ataskaitoje skirtoje mineralinio vandens paieškos Palangos kurortui, sudaryti pjūviai. Pjūviai buvo nuskenuoti, suformatuoti programa „Adobe Photoshop“, suskaitmenizuoti ir braižymo programa „ZWCAD2018“ paversti hidrogeologiniais pjūviais – išskirtos vandensparos ir vandeningi sluoksniais, suindeksuoti sluoksniai ir svitos, pridėti žinomi vandeningų sluoksnių spūdžiai. Pjūvis, kertantis Palangą iš šiaurės į pietus, buvo nubraižytas programine įranga „ZWCAD2018“, remiantis kartiruojančių ir požeminio vandens eksploatacinių geologine – hidrogeologine informacija, gauta iš Lietuvos Žemės gelmių registro informacinės sistemos „GEOLIS“. Tai gręžiniai Nr. 18718, Nr. 47543, Nr. 10933, Nr. 10456, Nr. 10859, Nr. 10858, Nr. 10860, o Nr. 70580 – informacija gauta lauko darbų metu. Nagrinėjant šių gręžinių informaciją pjūvyje, buvo išskirtos gręžinių filtrinės

dalys, išbandymo duomenys, vandens mineralizacijos 1 g/l ir 10 g/l ribos. Kaip pjūvių papildančioji ir paaiškinamoji priemonė buvo sudaryta priekvartero nuosėdinės storumės legenda, kurioje išskirti vandeningieji ir mažai laidūs sluoksniai, jų litologija ir amžius (6 priedas). Išskirti ir suskirstyti sluoksnius, būdingąją sluoksniui litologiją padėjo 1982 m. Baltijos šalių prekartero hidrogeologinis M 1:500 000 žemėlapis ir legenda (Juodkasis, 1982) bei Lietuvos Geologijos tarnybos patvirtintos stratigrafinės klasifikacijos - Lietuvos silūro, ordoviko, kambro, ediakaro sistemų stratigrafinės klasifikacija (LGT, 2015) bei Lietuvos neogeno, paleogeno, kreidos, jūros, triaso, permio, karbono, devono sistemų stratigrafijos klasifikacija (LGT, 2011).

3.4 Hidrocheminių tyrimų duomenų bazės suformavimas

Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso mineralinio vandens duomenų bazė sudaryta iš gręžinių cheminių analizių rezultatų duomenų bei kitų gręžinių, geologinę kilmę identifikuojančių duomenų. Duomenų kaupimui naudojama „Microsoft office“ excel failo forma, kurioje buvo atliekamas duomenų įvedimas, koregavimas, papildymas, skaičiavimas. Į duomenų bazę buvo įtraukti šie hidrocheminiai parametrai: aliuminis, amonio jonas, anglies dioksidas (pusiausvyrinis), organinė anglis, arsenas, bendroji mineralizacija, bendras kietumas, bromidai, chloridai, chromas, cinko jonas, drumstumas, fluoridai, geležis bendra, divalentė geležis, trivalentė geležis, hidrokarbonatai, kalcio jonai, kalio jonai, karbonatai, karbonatinis kietumas, magnio jonas, manganas, natrio ir kalio jonų suma, natrio jonas, nekarbonatinis kietumas, nitritai, nitratai, permanganato indeksas, sausa liekana, savitasis elektros laidis, stroncis, sulfatai, švino jonai, vandenilio jonų rodiklis. Bendrieji duomenys: gręžinio numeris žemės gelmių registre, adresas, geologinis objektas, X ir Y koordinatės LKS-94 sistemoje, sluoksnio geologinis indeksas, sluoksnio kraigas ir padas, vandeningo komplekso kraigas ir padas, sluoksnio storis, absoliutus gręžinio žiočių aukštis, absoliutus sluoksnio kraigo aukštis, bandinio paėmimo data ir laboratorinės analizės data, gręžinio paskirtis, išteklių rūšis, pagrindinė uoliena. Hidrogeodinaminiai duomenys: statinis vandens lygis, absoliutus aukštis statinio vandens aukščio, dinaminis vandens lygis, debitas, lyginamasis debitas, filtracijos koeficientas, privestinis spūdis. Duomenys buvo renkami ir pildomi iš informacinės sistemos GEOLIS, LGT fondų, UAB „ARTVA“ archyvų ir lauko darbų metu. Iš viso į pradinių duomenų bazę pakliuvo 1395 hidrocheminės analizės, po duomenų atrankos iš jų liko 655. Iš pastarųjų Šventosios – Upninkų sluoksnio liko 178 hidrocheminės analizės, jos yra paimtos iš 8 gręžinių atliktos po keletą ar kelioliką kartų. Tuo tarpu hidrodinaminių parametrų imtį, kuri buvo panaudota atliekant skaičiavimus ar braižant žemėlapius, sudaro 15 gręžinių duomenys.

3.5 Hidrocheminių duomenų analizė, vandens kokybės vertinimas, žemėlapių sudarymas

Suformuotos duomenų bazės analizė prasidėjo nuo duomenų kokybės patikrinimo ir verifikavimo. Abejonę keliančių reikšmės buvo patikslintos arba pašalintos. Hidrocheminių duomenų tolesnei analizei jie buvo papildomai paruošti. Kiekvieno gręžinio cheminės analizės reikšmėms buvo išskaičiuotos molinės ekvivalentų (normalinės) koncentracijos (r [mekv/l]), šie skaičiavimai atlikti: natriui, chloridams, sulfatams, magniui, hidrokarbonatams, bromui. Siekiant nustatyti vandens hidrocheminės sudėties tipą ir galimą vandens kilmę, buvo išskaičiuota eilė mokslinėje literatūroje minimų cheminių elementų tarpusavio santykių ir būdingųjų koeficientų.

Remiantis V. Sulinu, požeminis vanduo klasifikuojamas naudojant chloridų, sulfatų, natrio ir magnio jonų molinių masių santykius: rNa^+/rCl^- santykį; $(rNa^+ - rCl^-) / rSO_4$ santykį bei $(rCl^- - rNa^+) / rMg^{2+}$ santykį. Pagal gautas santykių reikšmes buvo išskirtos į 4 grupes – natrio sulfatinio vandens; natrio hidrokarbonatinio; magnio chloridinio ir kalcio chloridinio vandens. Kiekviena išskirta grupė turi po du pogrupius, kurie išskiriami pagal rNa^+/rCl^- santykį - daugiau arba mažiau už 1, bei pirmosios dvi grupės $(rNa^+ - rCl^-) / rSO_4$ analogiškos reikšmės už vieneta, likusios dvi grupės pagal $(rCl^- - rNa^+) / rMg^{2+}$ santykio reikšmes taip pat didesnes arba mažesnes už vieneta (2 lentelė).

2 lentelė. V. Sulino (1948) požeminio vandens hidrocheminė klasifikacija (Mokrik ir Mažeika, 2006)

Požeminio vandens tipas	Būdingieji koeficientai mekv/l	Vandens apibūdinimas
1) $SO_4^{2-} - Na^+$ natrio sulfatinis	$\frac{rNa^+}{rCl^-} > 1$ $\frac{rNa^+ - rCl^-}{rSO_4^{2-}} < 1$	Silpnai sūrus sulfatų turtingas aktyviosios apykaitos zonos požeminis vanduo
2) $HCO_3^- - Na^+$ natrio hidrokarbonatinis (sodos)	$\frac{rNa^+}{rCl^-} > 1$ $\frac{rNa^+ - rCl^-}{rSO_4^{2-}} > 1$	Aktyvios apykaitos zonos gėlas sodos tipo požeminis vanduo
3) $Cl^- - Mg^{2+}$ magnio chloridinis (jūrinis)	$\frac{rNa^+}{rCl^-} < 1$ $\frac{rNa^+ - rCl^-}{rMg^{2+}} < 1$	Jūrinis arba magnio chloridų turtingas, aktyvios ir sulėtėjusios apykaitos zonų sūrusis požeminis vanduo
4) $Cl^- - Ca^{2+}$ magnio chloridinis (giluminis)	$\frac{rNa^+}{rCl^-} < 1$ $\frac{rNa^+ - rCl^-}{rMg^{2+}} > 1$	Didelės mineralizacijos sulėtėjusios ir lėtosios apykaitos zonų požeminis vanduo

Taip pagal gautus rezultatus vanduo buvo priskirtas vienai iš grupių. Gauti rezultatai parodė, kad tyrimų plote aptiktas pirmosios ir ketvirtosios grupių vanduo. Pirmoji hidrocheminė grupė yra būdinga aktyvios apykaitos zonai. Natrio sulfatinis vanduo formuojasi iš kritulių vandens, infiltravusio į sedimentaciniu vandeniu prisotintą vandeningąjį sluoksnį, kuris susimaišęs su jūriniu vandeniu plauna sulfatų turtingus kodus. Susimaišęs kritulių ir jūrinis vanduo lengvai išplauna iš vandeningųjų sluoksnių tirpius natrio ir magnio chloridus, o susidaręs vandenyje natrio perteklius su išplaunamų gipsų sulfatais praturtina požeminį tirpalą natrio sulfatu. O ketvirtoji, kalcio chloridinio tipo, tokiam požeminiui vandeniui būdingas didelis slūgsojimo gylis, kur vyrauja natrio chloridiniai sūrymai, o požeminio vandens apykaita yra lėta arba sulėtėjusi. Katijonų mainuose prisotinto požeminio tirpalo natrių keičia uolienu kalcis. Taip susidaro didelės mineralizacijos kalcio chloridinės sudėties požeminis vanduo (Mokrik, 2006).

Taip pat buvo atlikti skaičiavimai pagal regioninės Baltijos artezinio baseino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją sudarytą A. Jurgaičio ir R. Mokrik (Jurgaitis ir Mokrik., 1990). Iš pastarosios pagal molinę ekvivalentų koncentraciją apskaičiuotas vandens metamorfizacijos laipsnis – $(rNa^+ + rCl^-) / rHCO_3$, kuriuo pagrįsta ši klasifikacija. Metamorfizacijos laipsnio būdingojo koeficiento reikšmės atitinkamuose diapazonuose gerai atspindi požeminio vandens cheminę sudėtį bei sudaro išsistą skaitinių reikšmių seką, kurios intervalai atspindi tam tikrus požeminio vandens hidrocheminius tipus ir klase. Remiantis gautomis metamorfizacijos laipsnio reikšmėmis tyrimų teritorijoje vyrauja natrio hidrokarbonatinio vandens tipas. Šis tipas paplitęs Baltijos artezinio baseino kontinentinėje dalyje, kur aktyviosios apykaitos zonoje vyrauja hipergeniniai procesai, susiję su intensyvia kritulių vandens infiltracija. Vienas mėginys iš šiauraisiai esančio tyrimo plote taško – Skuode, gali būti priskirtas ir karbonatinei ir chloridinei klasei. Šis vanduo pasižymi aktyvios apykaitos zonai būdinga sudėtimi ir maža mineralizacija (vidutiniškai – 0,63 g/l.) Kita didžioji dalis gautų rezultatų yra priskiriami chloridinio vandens klasei ir kalcio natrio chloridinio ir magnio natrio chloridinio vandens tipui (7 priedas). Pirmojo tipo požeminis vanduo sudaro viršutinę sulėtėjusios apykaitos zonos dalį, taip pat jis aptinkamas pajūryje, kai vyksta jūrinio vandens intruzija į aktyviosios apykaitos zonos vandeninguosius horizontus. Antrojo – magnio natrio chloridinio tipo vanduo arteziniame baseine paplitęs apatinėje sulėtėjusios vandens apykaitos zonos dalyje, kur laipsniškai didėja natrio ir chloridų jonų kiekis (Mokrik, 2006).

Vertinant infiltrogeninių ir sedimentogeninių sūrymų lyginamuosius rodiklius, apskaičiuoti būdingųjų komponentų santykiai - Cl/Br, Br/Cl · 10⁻³ (mg/l) bei molinės ekvivalentų koncentracijos santykis rNa/rCl (3 lentelė).

3 lentelė. Infiltrageninių ir sedimentogeninių sūrymų lyginamieji rodikliai (Mokrik Mažeika, 2006)

Savybės ir lyginamieji kriterijai	Infiltrageniniai sūrymai	Sedimentogeniniai sūrymai
Mineralizacija	≤ 320	iki 750
Sudėtis	Cl-Na, Cl-SO ₄ -Na, SO ₄ -Cl-Na	Cl - Mg, Cl-Mg-Na, Cl-Na-Mg, Cl-Ca-Mg, Cl-Ca-Na, Cl-Na-Ca, Cl-Ca
Tirpiklio H ₂ O šaltinis	Krituliai ir kontinentų paviršiniai vandenys	Jūrinis vanduo
Druskų masės šaltinis	Halogeninių formacijų uolienos ir mineralai	Jūrinis vanduo, halogeninių formacijų uolienos ir mineralai
Pagrindiniai formavimosi procesai	Tirpimas	Jūrinio vandens koncentracijos didėjimas dėl vandens garavimo; sąveika su uolienomis ir mineralais
Amžius, lyginant su aplinkinėmis uolienomis	Sūrymai jaunesni už aplinkines uolienas	Genetiškai sūrymai yra to paties amžiaus kaip ir uolienos, tačiau postgenetiškai gali būti įvairūs santykiai
Būdingieji komponentų santykiai: Cl/Br Br/Cl · 10 ⁻³ rNa/rCl	 >300 <3,4 >0,85	 <300 >3,4 <0,85

Gautos reikšmės buvo palygintos su mokslinėje literatūroje pateikiamomis būdingomis reikšmėmis nurodančiomis, kokiomis - infiltrageninėmis ar sedimentogeninėmis sąlygomis susidarė vanduo. Tyrimų teritorijos grėžinių vanduo buvo suskirstytas pagal tikėtiną jų kilmę. Didžioji dalis gautų rezultatų reikšmės priklausė sedimentogeninių sūrymų tipui (8 priedas).

Papildomai iš mokslinių straipsnių - 2012 metais R.L. Stotlerio su kitais autoriais bei 2002 metais A. Starinsky ir A. Katz išleistų publikacijų buvo paimti tų pačių cheminių elementų būdingųjų koeficientų santykiai ir apskaičiuotos jų reikšmės. Pastariejų yra (rBr^+/rCl^-), (Na/Cl), ($100 \cdot Br/Cl$) ir šių santykių rezultatai pateikti (9 priedas).

Siekiant patikslinti Šventosios – Upninkų komplekso hidrogeologines sąlygas, svarbias mineralinio vandens formavimuisi, buvo sudarytos šio komplekso kraigo slūgsojimo gylio ir vandens lygio (hidroizohipsių) schemas.

Šventosios – Upninkų komplekso kraigo slūgsojimo gylis nustatytas pagal 111 grėžinių duomenis. Naudojant programinę įrangą GOLDEN SOFTWARE – SURFER buvo sumodeliuotas 3D Šventosios – Upninkų komplekso kraigo (absoliutaus aukščio) pjūvis.

Požeminio vandens srauto įvertinimui labai svarbus statinis vandens lygis, jo pokytis teritorijoje ir santykis su kitų sluoksnių lygiu. Todėl buvo apskaičiuoti Šventosios – Upninkų komplekso statinis vandens lygis (absoliutiniu aukščiu) (10 priedas), bei sąlyginis (privestinis) spūdis. Nagrinėjant skirtingos mineralizos požeminio vandens filtraciją, nustatant požeminio vandens srauto kryptis ir gradientą yra naudojami sąlyginiai – privestiniai spūdziai. Tai yra sūraus vandens spūdziai yra perskaičiuojami gėlo vandens stulpui (Anderson 1992; Bear 2010). Šis spūdis nustatytas pagal formulę (1) (Shestakov, 1979):

$$H_s = h_p * \gamma + z \quad (1)$$

H_s – sąlyginis (privestinis spūdis); h_p – vandens stulpo aukštis; γ - vandens lyginamasis svoris (4 lentelė); z – taško ordinatė, kuriame nustatomas vandens stulpo aukštis.

4 lentelė. Vandens mineralizacijos ir lyginamojo svorio sąsajos reikšmės

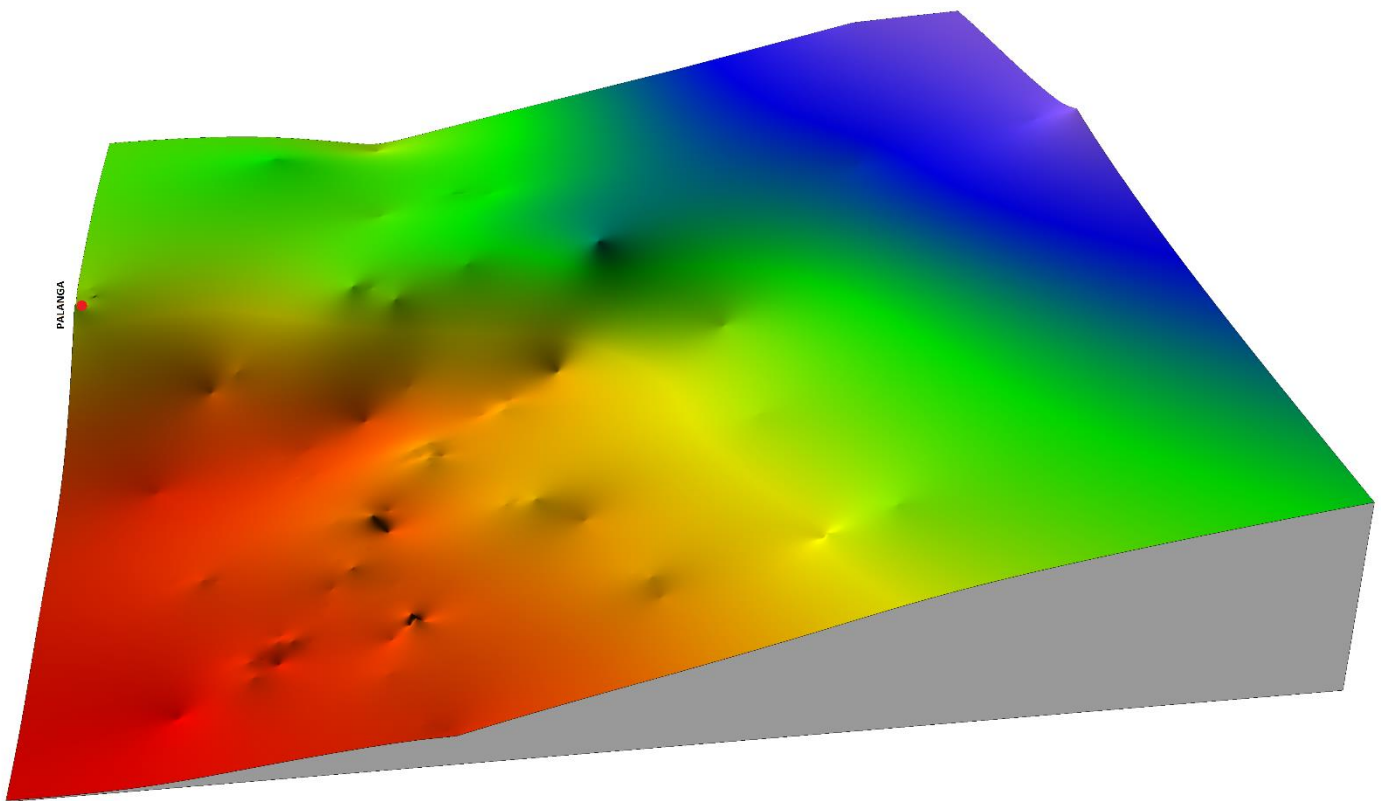
Vandens mineralizacija, g/l	Vandens lyginamasis svoris, g/cm ³	Vandens mineralizacija, g/l	Vandens lyginamasis svoris, g/cm ³
2	1,001	27	1,020
4	1,002	30	1,021
6	1,003	32	1,023
8	1,005	35	1,025
10	1,007	37	1,027
12	1,008	40	1,029
15	1,010	42	1,030
17	1,012	45	1,032
20	1,014	47	1,033
22	1,016	50	1,036
25	1,018		

Darbe pateikti žemėlapiai sudaryti naudojant programinę įrangą MAPINFO 10.0, žemėlapiams sudaryti panaudota informacija sukaupta duomenų bazėje ją papildomai konvertavus.

4. ŠVENTOSIOS-UPNINKŲ VANDENINGO KOMPLEKSO CHEMINĖS SUDĖTIES FORMAIVIMASIS

4.1 Geologinės-hidrogeologinės ypatybės

Tyrimų plote Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso kraigas gelmėja pietvakarių kryptimi. Aukščiausia vieta pagal absoliutinį aukštį yra ploto šiaurės rytiniame kampe ties Mažeikiais. Skaičiuojant bendrąjį dėsningą komplekso polinkio kampą nuo gręžinio Nida – 44 (gr. nr. 557) iki gręžinio Skuodas – 60 (gr. nr. 9625), jis yra 0,114 arba sluoksnio kraigas pagilėja kas 100 kilometrų Pietų kryptimi 199,0 metrus. Tačiau įmant siauresnį intervalą nuo gręžinio Salantai – 3 (gr. nr. 9344) iki gręžinio Toliai – 2 (gr. nr. 9904), kraigo polinkio intervalas yra 0,284 arba kas 100 km pagelmėtų 461,0 m. Todėl buvo nubraižytas komplekso kraigo absoliutinio aukščio izohipsių žemėlapis bei sudarytas 3D modelis (7 pav).



7 pav. Šventosios – Upninkų komplekso kraigo absoliutinio aukščio 3D modelis

Remiantis šiuo modeliu ir izohipsių žemėlapiu tyrimų plote galima Šventosios – Upninkų slūgsojimo sąlygas susiskirstyti į 3 dalis - šiaurės rytinę, kur kraigas slūgso nuo -380,0 abs. a. žymos iki -300,0 abs. a; į šiaurės vakarų – centrinę - pietryčių dalį, joje absoliutinis aukštis nuo -380,0 iki -500,0 m. bei pietvakarinę dalį – kurioje kraigas slūgso nuo abs. a. - 500,0 m iki – 640,0 m.

Išnagrinėjus įrengtų gręžinių informaciją ir praktinių darbų metu paaiškėjo, kad geromis vandens filtracinėmis savybėmis pasižymintys sluoksniai dominuoja viršutinėje ir apatinėje komplekso dalyje. Vidurinėje komplekso dalyje yra daugiau didesnio storio mažai vandeniui laidžių – vandensparinių sluoksnių. Tai, kad Šventosios – Upninkų komplekso viršutinėje ir apatinėje dalyje esantys vandeningieji sluoksniai daugiau ar mažiau izoliuoti vidurinėje dalyje esančių vandensparinių sluoksnių, nustatyta mineralinio vandens žvalgybos Palangos kurortui 1972-1974

m. metu. Tuomet buvo išgręžti 4 gręžiniai į skirtingas dalis bei atlikti išpumpavimai. Tuomet viršutinė komplekso dalis intervale 487,5 – 565,0 m išbandyta gręžiniais „Palanga“ (gr. nr. 10456) ir „Naglis-1“ (gr. nr. 10860). Šių gręžinių savitieji debitai panašūs. Bandomojo ir tiriamojo eksploatacinių pumpavimų metu jie atitinkamai buvo 0,14-0,16 l/s ir 0,10-0,15 l/s. Išgręžus naujus gręžinius 2011 metais Birutės alėjoje (gr. nr. 47543) ir 2019 metais Vanagupės gatvėje (gr. nr. 70580) ir juos išbandžius išpumpavimais – savitieji debitai atitinkamai 0,15 l/s ir 0,6 l/s. Tuo tarpu apatinė komplekso dalis intervale 664,0 – 680,5 išbandyta gręžiniu Palanga - 318a (gr. nr. 25569) ir gręžiniu Žilvinas – 1 (gr. nr. 10874). Analogiškų bandymų metu pirmojo gręžinio savitasis debitas buvo 0,02 l/s, o antrojo dešimt kartų didesnis 0,14 – 0,2 l/s.

Tiek viršutinės, tiek apatinės komplekso dalies sluoksnių vandens laidumo koeficiento reikšmės, nustatytos pagal žvalgybos gręžinių pumpavimų duomenis kinta plačiame diapazone: nuo 3,1 – 4,3 m²/d iki 219 – 349 m²/d. Tai rodo aprašomo vandeningojo komplekso hidrogeologinių sąlygų įvairovę, nevienalytiškumą bei sudėtingumą. Iš rytų pusės besifiltruojančio požeminio vandens iškrovos zona yra Baltijos jūra, kur pastarasis išsikrauna sudėtingomis tektoninių lūžių ir jų sueižėjimo zonų sistemomis.

Dėl Šventosios – Upninkų komplekso litologinių sąlygų – vidurinėje dalyje esančių molingų, aleuritingų vandensparų, kurios daugiau ar mažiau hidrodinamiškai izoliuoja jo viršutinėje ir apatinėje dalyje esančius vandeninguosius sluoksnius, pastarųjų pjezometrinis lygis ir vandens mineralizacija yra skirtingi. Tai įrodo ir atlikti skaičiavimai, kad gilesniuose sluoksniuose yra ne tik didesnė mineralizacija bei spūdis prilygintas gėlam vandeniui. Viršutinės komplekso dalies vandeningųjų sluoksnių pjezometrinis lygis yra 4,6-8,1 m (abs.a. 10,5-12,8 m) aukščiau žemės paviršiaus, o apatinės dalies sluoksnių 0,6-2,9 m (abs.a. 8,1-5,7 m) gylyje. Pjezometrinių lygių skirtumas vidutiniškai yra apie 4,7-4,8 m. Minėtų tyrimų metu skirtingame gylyje esančio vandens bendroji mineralizacija (pagal sausąją liekaną) skyrėsi maždaug dvigubai. Viršutinėje komplekso dalyje ji buvo 13,7-17,4 g/l (gręž. 10456, 10860), o apatinėje 32,9-34,7 g/l (gręž. 10874, 25569). Komplekso apatinės dalies požeminio vandens statinis lygis yra aukštesnis už viršutinės dalies – tai reiškia, kad yra teorinė galimybė - didesnės mineralizacijos vandens pertekėjimui iš apatinės dalies, o dėl to gali vykti anijonų ir katijonų koncentracijos „išsikrovimas“ į aukščiau esančius sluoksnius.

Įvertinti Šventosios - Upninkų komplekso viršutinės dalies išteklių 2019 metais įrengtu gręžiniu yra 99 m³/d. Esant sudėtingoms geologinėms ir hidrocheminėms sąlygoms, nesant eksploataavimo režimo kiekybinės ir kokybinės būklės stebėsenos bei analizės, visa įvertintų išteklių dalis skiriama B ištirtumo kategorijai. Pagal atliktus skaičiavimus po 25 metų eksploatacijos vandens lygtis turėtų pažemėti 10,7 m., o leistinas pažemėjimo dydis sluoksnyje yra 98,0 m. (Paplauskas ir kt., 2019). Gręžinio Nr. 70580 konstrukcija ir našumas, su pakankama inžinerine atsarga, tinkami įvertintų išteklių išgavimui, o išteklių eksploatavimas iš vandeningojo komplekso nedarys esminio neigiamo poveikio kitiems požeminio sluoksniams ar šaltiniams.

4.2 Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos kaitos dėsningumai

Sudarytas 3D kraigo modelis taip pat atskleidžia, kad tyrimų plote Šventosios – Upninkų komplekso kraigo slūgsojimo sąlygos koreliuojasi ir su chemine vandens sudėtimi – bendros mineralizacijos ir vandens sudėties pokyčiais. Sluoksnių kraigo riba nuo - 500,0 m. pietų kryptimi sutampa su sūrymų riba. Gręžinių, esančių toliau nei dešimt kilometrų į pietus nuo Palangos centro, vandens bendroji mineralizacija yra didesnė nei 35 g/l.

Vakarų Lietuvoje Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse vandens mineralizacija kinta iš šiaurės į pietvakarių kryptį (11 priedas). Šiaurinėje dalyje ties Skuodu, nuo pasienio 8 – 12

km zonoje yra gėlas (>1 g/l) vanduo. Kita zona užima centrinę ir rytinę dalį ploto. Čia slūgso kalcio sulfatinis vanduo, kurio mineralizacija nuo 1,3 – 1,5 g/l. Ši zona ties pasieniu - šiek tiek piečiau Skuodo pati siauriausia – 15 – 16 km, ir platėja rytų kryptimi iki 55 km. Palangos apylinkėse išplitusi kalcio natrio chloridinio vandens (mineralizacija iki <35 g/l) zona. Jos plotis - nuo 16 iki 22 km. Šioje zonoje yra ir naujas 2019 metais įrengtas gręžinys iš kurio išgaunamas kalcio natrinis sulfato chloridinis vanduo.

Piečiau Palangos yra sūrymų zona, kurioje vanduo yra natrio chloridinis, o mineralizacija virš 35 g/l. Šis perėjimas prasideda, kada vandeningas kompleksas pradeda gelmėti dvigubai greičiau nuo - 500,0 m iki - 600,0 m. Komplekse vandens mineralizacija per 40 kilometrų ilgį iš šiaurės į pietus mažiausiai padidėja 35 kartus.

Išnagrinėjus hidrogeologines ir geologines sąlygas galima daryti išvadą, kad prietaka iš gilesnių sluoknių ar aukštesnių sluoksnių nevyksta. Toks procesas galimas ir vyksta nebent lokaliai, nedarydamas regioninės įtakos komplekso cheminei sudėčiai. Pagrindinis vandens maišymosi procesas vyksta dėl šoninės prietakos bei pačiame komplekse tarp skirtingų sluoksnelių juos eksploatuojant – sudarant depresines piltuves (galima remtis gr. Naglis-2 eksploatacijos eigoje kitusia mineralizacija nuo 11 g/l iki 31 g/l.)

Apskaičiavus natrio, chloridų, hidrokarbonatų molinę ekvivalentų koncentraciją ir gavus vandens metamorfizacijos laipsnį, įvertinta vandens cheminė sudėtis pagal regioninę Baltijos artezinio baseino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją. Gauti rezultatai parodė, kad Šventosios – Upninkų komplekso vyraujančios mineralinio vandens metamorfizacijos laipsnio reikšmės patenka į intervalą tarp 100 ir 300, o tai reiškia, kad šis vanduo yra magnio natrio chloridinis, t.y. jūrinės kilmės ir priklauso sulėtėjusiai vandens apykaitos zonai. Mažos dalies mėginių metamorfizacijos laipsnis kito 56 – 100 reikšmių intervale, priklauso kalcio natrio chloridiniam vandens tipui ir priklauso tai pačiai sulėtėjusios vandens apykaitos zonai. Palyginimui vandens hidrocheminiai tipai ir jų paplitimas buvo įvertinti pagal V. Sulino klasifikaciją. Atlikus skaičiavimus jų rezultatai parodė, kad iš bendroje klasifikacijoje esančių keturių vandens tipų tyrimo plote aptikti tik du tipai – tai natrio sulfatinio vandens tipas ir kalcio chloridinis (giluminis). Pirmojo tipo vandens gręžiniai yra Telšiuose ir Skuode. Jam būdinga mažos mineralizacijos – sulfatais turtingas aktyvios apykaitos zonos požeminis vanduo. Ketvirtą - giluminio vandens tipo zona yra ties Palanga, pastarajam būdinga didelė mineralizacija, tai sulėtėjusioje ir lėtoje apykaitoje veikiantis požeminis vanduo.

Pagal skirtingas klasifikacijas gauti rezultatai reikšmingai neišsiskiria ir vieni kitiems neprieštarauja – dėsningai identifikuoja panašias formavimosi sąlygas ir tipą. Tyrinėjant Baltijos šalyse požeminio vandens kilmę, tipą, apykaitą naudingiausia naudoti regioninę artezinio baseino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją, nes galima patikimai išskirti skirtingos genezės, meteogeninį ir sedimentogeninį požeminį vandenį bei pagrįsti artezinio baseino hidrocheminį zoniškumą. Pastarasis atspindi požeminėje hipergenezės ir diagenenezės procesus (Mokrik, 2006).

Rezultatai parodė, kad vanduo yra sedimentogeninių sūrymų kilmės. Šie rezultatai sufleruoja apie vandens kaip tirpiklio kilmę kaip buvusio jūrinio vandens, savyje jau turinčio tam tikrą kiekį ištirpintų mineralų bei papildomai tirpinančio halogeninių formacijų uolienas ir mineralus, kurie slūgso žemiau Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso - Narvos vandensparoje bei viršutinio devono sluoksniuose. Pagrindinis jūrinio vandens formavimo procesas buvo garavimas, ko pasekoje didėjo jūrinio vandens koncentracija ir aktyvėjo sąveika su uolienomis. Teoriškai šio vandens amžius lyginant su aplinkinėmis uolienomis turėtų būti tapatus, tačiau praktiškai dėl postgenetiniu laikotarpiu vykusių orogenezių bei hidrogeodinaminių procesų toks vanduo yra

jaunesnis už aplinkines uolienas. Šių prielaidų patvirtinimui reikalinga detaliau pažvelgti į paleohidrogeologinę baseino raidą.

4.3 Paleohidrogeologinė raida

Devono periodo geologinės medžiagos analizė Pabaltijo devono baseinų raidą leidžia skirti į 5 didelius etapus: 1) lochkovio; 2) pragioemsio; 3) eifelio ir živečio; 4) apatinio vidurinio franio; 5) viršutinio franio ir famenio. Šie etapai įtakojo stambių sedimentacinių baseinų ritmus, evoliuciją, transgresyvių ir regresyvių nuosėdų susidarymą. Toliau bus nagrinėjamas eifelio amžiaus pabaigos – živečio bei apatinio – vidurinio franio etapas, kada prieš 388 milijonų metų prasidėjo regionio Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso formavimasis.

Upninkų laikotarpiu (eifelio amžiaus pabaiga – živečio amžius) baseinas regresavo. Anksčiau buvęs Narvos lagūninis baseinas virto uždaro šelfo sugėlėjusių, ramių ir judančių vandenių baseinu, vyko ežerinė – aliuvinė – deltinė nuosėdų akumuliacija, tačiau apatinėje Upninkų dalyje galima aptikti konglomeratų – apvalainukų iš Narvos kraigo viršaus, kas byloja apie buvusią trumpalaikę baseino transgresiją. Upninkų svitoje dominuoja smėlingi – molingi sluoksniai, kurių litologinė sudėtis: smėlis, smiltainis, su molio ir aleurolito tarp sluoksniais, molis. Tačiau šios svitos Kuklių pluošto viršutinėje dalyje aptinkama ir margaspalvių gniutulinių mergelingų dolomitinių molių, dolomitų, raudonai rudų molių, rodančių ir aridinio klimato uždruskėjusią lagūną. Matant tokią litologiją, galima daryti išvada, kad sluoksnių formavimasis vyko esant dažniems facijinių sąlygų pokyčiams – nuo kontinentinių – lagūninių, ežerinių ir aliuvinių – deltinių iki jūros priekrančių sedimentacijos.

Apatiniame ir viduriniame franyje devono baseinas patyrė sudėtingą ir įvairialypę raidą – nuo kontinentinių pakraščio lygumų, užliejamų jūrų, per sekliavandenį jūros šelfą ir padidėjusio bei sumažėjusio druskingumo lagūnų iki normalaus jūrinio režimo. Šiame etape baseino plotas didėjo tiek pietų, tiek šiaurės kryptimi. Šventosios svitos laikotarpiu smėlingai molingi sluoksniai susidarė kontinentinėmis ir jūrų pakraščio sąlygomis, kurias galima apibūdinti, kaip pakraščių lygumas, užliejamas jūros (Narbutas, 1964 – iš Paškevičiaus knygos 1994 Baltijos respublikų geologija). Kaupiantis Šventosios svitos apatinės dalies sluoksniams vyravo kontinentinės sąlygos. Todėl susidarė įvairiagrūdis smėlis nepastovaus režimo upių slėniuose su daugybe senvaginių ir kitų ežerų, kur dėl dykuminio, aridinio klimato galėjo nusėsti raudonspalvis molis ir aleuritas. Tai liudija įstrižas smiltainių sluoksniuotumas, molingas žvirgždas ir gargždas, takyrų paviršiai. (Paškevičius, 1994) Šventosios laikotarpyje smėlingų – molingų nuosėdų susiformavimui įtaką padarė Ligerijos orogeninis impulsas Vidurio Europos platformoje bei Laurentijos – Grenlandijos kontinento dreifas prie Rytų Europos kratono (Mokrik, 2003).

Hercininio komplekso hidrogeologinio vystymosi kontinentinėje – reinfiltracinėje fazėje karbono pabaigoje ir ankstyvajame perme iškilo Baltijos teritorija, o pietinėje regiono dalyje – Baltarusijos – Mozūrijos masyvas. Vakarinėje dalyje susiformavo Lebos – Gotlando pakiluma, o centrinėje išliko denudacijos procesų restruktūrizuota Lietuvos įdauba (Mokrik, 1998). Devono periodo Pernu – Tilžės, Šventosios – Arukiulos ir franio vandeningieji kompleksai buvo visiškai nudenuoti pietinėje, pietvakarinėje ir vakarinėje regiono dalyse, o apatinio karbono – famenio vandeningasis kompleksas išliko tik Lietuvos įdauboje. Maksimalus nudenuotų devono nuogulų storis siekė 600 metrų, o bendras nuosėdinės storumės – 2500 m (Mokrik, 2003). Tuomet vykusi sedimentacinė petrauka, trukusi apie 80 mln. metų, destruktiviai įtakojo Pernu – Tilžės ir Šventosios – Ariukalos kompleksų hidrocheminį zoniškumą. Tuo metu šių vandeningųjų kompleksų paplitimo periferijoje kontinentinėmis sąlygomis meteogeninis vanduo aktyviai filtravosi į

vandeningąjį kompleksą ir lėmė jo gėlėjimą. Labiau metamorfizuotas natrio chloridinio tipo vanduo buvo paplitęs tik Lietuvos įdauboje. Sumažėjus Šventosios – Upninkų slūgsojimo gyliui iki 350 metrų, Lietuvos įdauboje sulėtėjusią vandens apykaitą pakeitė aktyvi meteogeninė apykaita. Meteogeninis vanduo įdaubos periferinėje dalyje visiškai išplovė magnio natrio chloridinio – jūrinio tipo sedimentacinį vandenį. Tik centrinėje dalyje liko mineralizuotas vanduo, kuris turėjo 3 – 4 g/l koncentraciją. Kitoje Šventosios – Arukiulos vandeningojo komplekso išplitimo dalyje, kaip ir franio aukšto sluoksniuose vyravo karbonatinis gėlas vanduo, susiformavęs kontinentinėmis reinfiltracijos sąlygomis. Apibendrinant Hercininio tektoninio megaciklo metu susiformavo devono – apatinio karbono uolienų kompleksai, kurių sudėtyje išsiskiria apatinio devono Pernu – Tilžės svitų vandeningasis kompleksas, Šventosios – Arukiulos bei franio ir apatinio karbono – famenio kompleksai.

Alpiniame etape grimziant pietinės Baltijos teritorijai susidarė sąlygos jūrinio vandens infiltracijai į Šventosios – Ariukulos vandeningą kompleksą bei kitus viršutinio devono – apatinio karbono vandeningus sluoksnius. Lenkijos – Lietuvos įdauboje šiuos kompleksus pakartotinai pripildė jūrinis sedimentacinis vanduo. Tik sedimentacinių pertraukų metu jūrinio vandens infiltraciją pakeisdavo meteogeninio vandens pritekėjimas (Mokrik, 2003). Alpinio etapo metu jūrinių baseinų vandens patekimas į žemiau esantį Pernu – Tilžės vandeningąjį kompleksą riboja vandensparinės Narvos svitos uolienos - mergelis, dolomitas. Alpiniam laikotarpiui bepasibaigiant Lenkijos – Lietuvos įdauboje Pernu – Tilžės ir Šventosios – Upninkų vandeningieji kompleksai didesniame nei 1 kilometro slūgsojimo gylyje vystėsi eliziniame etape – veikiant požeminio vandens giliosios metamorfizacijos procesams. Devono storumėje susiformavo antroji hidrodinaminė bei hidrocheminė zona – sulėtėjusios vandens apykaitos zona. Labiausiai metamorfizuotas natrio chloridinis vanduo paplito pietvakarių Lietuvos teritorijoje ir Karaliaučiaus srityje. Tokio požeminio vandens metamorfizacijos laipsnis siekia 2000 – 15000, o mineralizacija 60 -120 g/l. Sulėtėjusios vandens apykaitos režimas Pernu – Tilžės vandeningajame komplekse egzistavo ir Latvijos balne (didesniame nei 250,0 m. gylyje), o Šventosios – Upninkų ir franio vandeninguose sluoksniuose – tik pietinėje Lenkijos – Lietuvos įdaubos dalyje, atitinkamai didesniame nei 390,0 m ir 430,0 m gylyje. Požeminio vandens mineralizacija sulėtėjusiose apykaitos zonose apatinio devono sluoksniuose siekia 5 – 100 g/l, Šventosios – Upninkų 3 – 50 g/l, franio – 5 – 15 g/l (Mokrik, 2003).

Požeminio vandens formavimasis įtakojo ir iš vandensparų išspaus, dėl didelio geostatinio slėgio, infiltracinis vanduo. Alpinio tektoninio ciklo pabaigoje susidarė didelis nuosėdų storis, kuris spaudė vandensparas. Didelė ir stora vandenspara yra viduriniojo devono Narvos svitos storumė, iš jos vanduo pateko į žemiau ir į aukščiau esančius vandeninguosius kompleksus. Manoma, kad pradinėje grimzdimo stadijoje išspausi iš molių fluidai migravo į viršuje slūgsančius kolektorius. Slūgsojimo gyliui 8 – 10 kartų viršijus Narvos sluoksnio storį, iš jo išspauso vandens po vienodai pateko į viršuje ir apačioje slūgsančius kolektorius – poringas uolienas (Mokrik, 2003). R. Mokriko ir kitų autorių darbe atliktais skaičiavimais, tik 10% buvusio Narvoje vandens pateko į Pernu – Tilžės kompleksą, likusi pagrindinė dalis į aukščiau esantį Šventosios – Upninkų vandeningą kompleksą ir iš jo į tų laikų hidrografinį tinklą (Mokrikas ir kt. 2000)

Išnagrinėjus paleohidrogeologinę teritorijos raidą ir palyginus su hidrocheminės analizės rezultatais galima teigti, kad pradinė požeminio vandens cheminė sudėtis kito geologinėje teritorijos raidoje, tačiau pradinei sudėčiai būdingi elementų santykiai išliko. Tikslesnį požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi vaizdą padėtų susidaryti Šventosios-Upninkų vandeningo komplekso vandens amžiaus datavimas atskirose jos dalyse.

IŠVADOS

1. Šventosios – Upninkų vandeningas kompleksas dėsningai gelmėja pietvakarių kryptimi, vidutiniškas nuolydis sudaro 0,114 laipsnio arba 1,99m/1 km (199m – 100km), tačiau yra intervalų kur kraigo polinkio intervalas gelmėja dvigubai už vidutinį ir yra 0,284 laipsnio (461m – 100km).
2. Remiantis sudarytu 3D modeliu ir izohipsių žemėlapiu Šventosios – Upninkų komplekso kraigą galima suskirti į 3 dalis: šiaurės rytinę – sekiausiają dalį; šiaurės vakarų – centrinę – pietryčių – tarpinę, bei pietvakarinę - giliausiają.
3. Vakarų Lietuvoje Šiaurės - Pietų kryptimi Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse vandens mineralizacija nuo < 1 g/l (Skuodas) padidėja iki 34 g/l (Palanga) per 50 kilometrų, vandens sudėtis pasikeičia iš kalcio – hidrokarbonatinio pereinamoje zonoje į kalcio sulfatinį ir Palangos apylinkėse į natrio chloridinį (Sulino klasifikaciją).
4. Komplekse galima išskirti 2 atskiras vandeningas zonas. Jas skiria 50-80 (komplekso vidutinis storis 200) metrų. Apatinėje komplekso dalyje mineralizacija yra didesnė nei viršutinėje 15 g/l. Apatinėje dalyje vyrauja kalcio natrio chloridinis vanduo, apatinėje – natrio chloridinis.
5. Komplekso apatinės dalies požeminio vandens statinis lygis yra aukštesnis už viršutinės dalies – tai reiškia, kad yra teorinė galimybė - didesnės mineralizacijos vandens pertekėjimui iš apatinės dalies, o dėl to gali vykti anijonų ir katijonų koncentracijos „išsikrovimas“ į aukščiau esančius sluoksnius.
6. Išnagrinėjus tyrimo ploto hidrogeologines, hidrochemines ir hidrodinamines sąlygas, nustatyta, kad požeminio vandens pertekėjimas iš aukščiau slūgsančių vandeningų sluoksnių nevyksta. Pagrindinis vandens maišymosi procesas vyksta dėl šoninės prietakos bei pačiame komplekse tarp skirtingų sluoksnelių juos eksploatuojant – sudarant depresines piltuves (gr. Naglis-2 eksploatacijos eigoje kitusi mineralizacija nuo 11 g/l iki 31 g/l.)
7. Vandens metamorfizacijos laipsnis rodo, kad pagal regioninę Baltijos artezinio baseino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją viršutinio – Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso vanduo Palangos apylinkėse formuojasi sulėtėjusios vandens apykaitos zonoje ir yra kalcio natrio chloridinis bei magnio natrio chloridinis.
8. Palangos mineralinio vandens telkinio formavimuisi gretimų hidrocheminių zonų, nutolusių skirtingu atstumu, vanduo įtakos neturi.
9. Būdingųjų komponentų Cl/Br; Br/Cl*0,001; rNa/rCl santykiai rodo, kad komplekso vanduo Palangos apylinkėse susiformavo kaip sedimentogeninis sūrymas.
10. Pagal skirtingas klasifikacijas gauti rezultatai reikšmingai neišsiskiria ir vieni kitiems neprieštarauja – dėsningai identifikuoja panašias formavimosi sąlygas ir vandens tipą. Apibendrinus vanduo yra sedimentogeninių sūrymų kilmės. Šie rezultatai sufleruoja apie vandens kaip tirpiklio kilmę kaip buvusio jūrinio vandens, savyje jau turinčio tam tikrą kiekį ištirpintų mineralų bei papildomai tirpinančio halogeninių formacijų uolienas ir mineralus, kurie slūgso žemiau Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso - Narvos vandensparoje bei viršutinio devono sluoksniuose.
11. Svarbu tinkamai technologiškai, procedūriškai - korektiškai atlikti hidrogeologinio profilio darbus pradėdant gręžinio įrengimu ir baigiant išpumpavimo darbais, nes tai gali nulemti klaidingas išvadas, o svarbiausia pažeisti hidrogeologinį, hidrocheminį eksploatuojamo sluoksnio bei aukščiau esančių vandeningų sluoksnių gamtinį balansą.

SANTRAUKA

VILNIAUS UNIVERSITETAS CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ FAKULTETAS

ELVINAS PAPLAUSKAS

Vakarų Lietuvos Šventosios – Upninkų vandeningo komplekso mineralinio vandens cheminės sudėties formavimasis

Šis baigiamasis magistrantūros studijų darbas aktualus, nes nagrinėja Vakarų Lietuvos Šventosios - Upninkų vandeningojo komplekso hidrogeologines ir mineralinio vandens formavimosi sąlygas – į šį sluoksnį per paskutinį dešimtmetį įrengti du gręžiniai skirti išgauti mineralizuotą vandenį sveikatingumo procedūroms, o verslo ir turizmo susidomėjimas tokio profilio darbais tik didėja. Baigiamojo darbo pradžioje buvo apžvelgta Lietuvos ir užsienio autorių literatūra, mokslinės publikacijos, kurios susijusios su darbo tematika, apibūdinti teoriniai požeminio vandens formavimosi dėsniai. Kita darbo dalis skirta tyrimų rajono charakteristikai - rajono ribų išskyrimui, geografinių sąlygų, geologiniam hidrogeologiniam iširtumui, požeminio vandens eksploatacijai. Darbo metodinėje dalyje aprašyta, kaip buvo įrengiamas mineralinio vandens gręžinys į šį vandeningą sluoksnį, kaip buvo renkama ir apdorojama informacija, charakterizuotos geologinės – hidrogeologinės sąlygos ir pjūvių sudarymo darbai.

Darbo pradžioje naudojantis ZWCAD programine įranga buvo nubraižyti 3 hidrogeologiniai pjūviai, kertantys tyrimų plotą iš šiaurės į pietus, iš vakarų į rytus ir detalus Palangos miesto hidrogeologinis pjūvis iki silūro periodo uolienų. Iš informacinės sistemos GEOLIS, lauko darbų užrašų, LGT ir UAB „Artva“ archyvų buvo surinktos ir atrinktos cheminės analizės bei hidrogeodinaminiai duomenys. Aiškinantis požeminio vandens kilmę ir formavimosi sąlygas duomenys apdoruoti, atlikti skaičiavimai – gautas vandens metamorfizacijos laipsnis pagal Regioninę Baltijos artezinio baseino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją, pagal V. Sulino požeminio vandens hidrocheminę klasifikaciją nustatytas vandens tipas, nustatyti infiltrageninių ir sedimentogeninių sūrymų lyginamieji rodikliai bei atlikti privestinio spūdzio skaičiavimai. Gauti rezultatai parodė, kad didžioji dalis tirto mineralinio vandens yra sedimentogeniniai sūrymai, didelės mineralizacijos ir yra būdingi sulėtėjusios apykaitos zonos. Vandens hidrocheminės sudėties kaitai Šventosios – Upninkų vandeningame komplekse būdingas horizontalus ir vertikalus hidrocheminis zoniškumas. Ši informacija su programine įranga MAPinfo pateikta grafiškai – sudarytas žemėlapis, kuriame yra išskirtos požeminio vandens hidrocheminės zonos, papildytos vandeningojo sluoksnio kraigo izohipsėmis bei privestinio spūdzio izolinijomis. Taip pat sudarytas komplekso kraigo slūgsojimo absoliutinio aukščio 3D modelis. Apibendrinus visą informaciją nustatyta, kad Šventosios – Upninkų vandeningas kompleksas gelmėja pietvakarių kryptimi, ta pačia kryptimi didėja ir mineralizacija nuo gėlo vandens iki sūrymų, požeminio vandens pertekėjimas iš aukščiau slūgsančių vandeningų sluoksnių nevyksta. Vandeningąjį kompleksą galima išskirti dvi dalis: apatinę ir viršutinę, juose skiriasi vandens mineralizacija ir hidrogeodinaminės sąlygos. Komplekso vanduo Palangos apylinkėse paleohidrogeologinėje raidoje kito, tačiau būdingųjų cheminiu komponentų santykiai rodo, kad vanduo susiformavo kaip sedimentogeninis sūrymas.

SUMMARY

VILNIUS UNIVERSITY FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES

ELVINAS PAPLAUSKAS

Mineral water formation of Šventoji - Upninkai aquifer complex in Western Lithuania

Final master's thesis work is relevant because it examines the hydrogeological and mineral water formation conditions of the Šventoji - Upninkai aquifer complex in Western Lithuania. Two wells have been installed in this layer over the last decade to extract mineralized water for health treatments. In addition, business and tourism interest in this work profile is rapidly growing. At the beginning of the final work, the literature of Lithuanian and foreign authors, scientific publications, related to the topic of the work, were reviewed, hydrogeological and hydrogeodynamic theoretical laws of water formation were described. Next, the characteristics of the research area were described: boundaries of the area, geographical conditions, hydrogeological-geological research and conditions, groundwater exploitation.

The methodological part of the work defines how mineral water well was installed in this aquifer layer, how information was collected and processed, geological - hydrogeological conditions and compilation of cross-section were characterized. At the beginning of the work, three hydrogeological sections were drawn using ZWCAD software: sections that cross the research area from north to south, from west to east and crossing of the detailed hydrogeological section of Palanga city to the Silurian period rocks. Chemical analysis and hydrogeodynamic data were collected and selected from the geological survey GEOLIS information system, fieldwork records, Lithuania Geological Survey and company „Artva” archives. In order to access water origin and formation conditions the data were processed, calculations were performed - the degree of water metamorphization was obtained based on the Regional hydrochemical classification of Groundwater of the Baltic artesian basin, water type was determined according to V. Sulinas groundwater hydrochemical classification, comparative indicators of infiltrogenic and sedimentogenic brines were determined and forced pressure calculations were performed. The results show that most of the analysed mineral water in the wells is sedimentogenic brine, highly mineralized and is typical for the zone of slowed metabolism. Hydrochemical horizontal and vertical zonation is apparent in investigated aquifers in Western part of Lithuania. This information is presented graphically with the MAPinfo software - a map was created which distinguishes groundwater hydrochemical zones, with supplementary aquifer ridge isohypses and forced pressure isolines. A 3D model of a complex ridge absolute height was also developed. To sum up, the performed analysis revealed that the Šventoji - Upninkai aquifer complex is deepening in the southwest direction, mineralization from freshwater to brine is increasing in the same direction, and the overflow of groundwater from the higher an lower aquifers does not take place. The aqueous complex can be divided into two parts: the lower and upper part which has different water mineralization and hydrogeodynamic conditions. The paleohydrogeological development of the region changed original composition of groundwater, but comparative indexes show, that it retained features of sedimentogenic brines.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

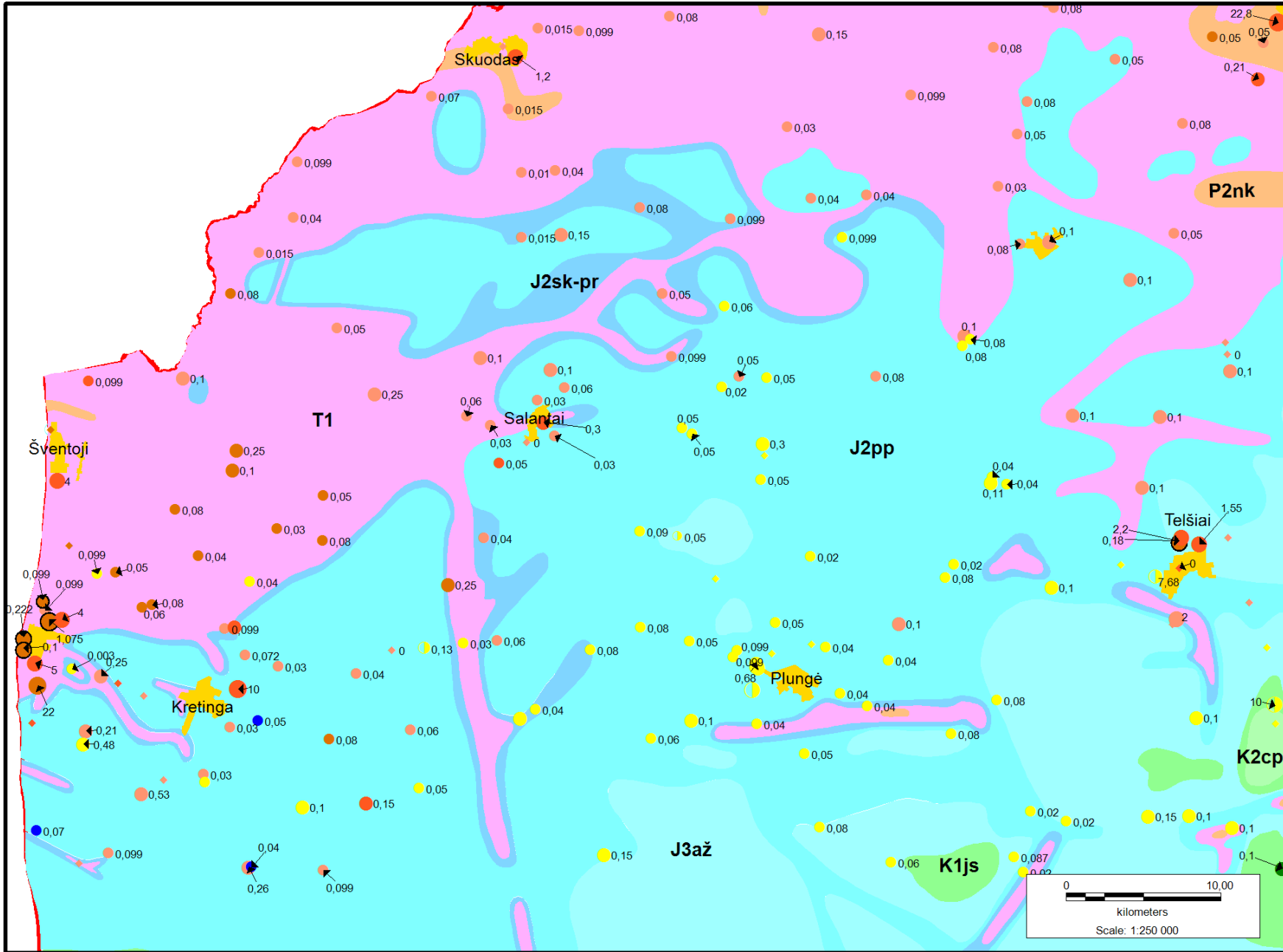
1. Alexeev S. V., Alexeeva L. P. (2002) „Ground ice in the sedimentary rocks and kimberlites of Yakutia, Russia“
2. Alexeev S. V., Alexeeva L. P. (2003) „Hydrogeochemistry of the permafrost zone in the central part of the Yakutian diamond – bearing province, Russia“
3. Anderson M.P., Woessner W.W. (1992) „Applied Groundwater Modeling“. New York, Academic Press Inc.
4. Andreasen D. C., Fleck W. B. (1997) „Use of bromide: chloride ratios to differentiate potential sources of chloride in a shallow, unconfined aquifer affected by brackish-water intrusion“
5. Bear J., Cheng A.H.-D. (2010) „Modeling groundwater Flow and Contaminant Transport“, Springer
6. Brehme M., Nowak K., Banks D., Petrauskas S., Valickas R., Bauer K., Burnside N., Boyce A. (2019) „A Review of the Hydrochemistry of a Deep Sedimentary Aquifer and Its Consequences for Geothermal Operation: Klaipeda, Lithuania“
7. Buitkus A. (2006) „UAB „Baltijos Aktima“ Palangos mineralinio vandens gręžinio nr. 10456 „Palanga“ požeminio vandens eksploatacinių išteklių ir sanitarinės apsaugos zonos įvertinimas“, Vilnius
8. Dobkevičius M. (2010) „Bendroji hidrogeologija“, Vilnius
9. Fedosejev I. A. (1975) „Istorij izočenja osnovnich problem hidrosferi“, Maskva
10. Gedžiūnas P. (2010) „Mineralinio vandens kartografavimas M 1:400 000“, Vilnius, LGT
11. Grigelis A., Kadūnas V., Gailius R., Jankauskas T., Juodkasis V., Juozapavičius G., Katinas V., Klimas A. A., Kondratas A., Kondratienė O., Linčius A., Mikalauskas V., Narbutas V., Paškevičius J., Sakalauskas K., Suveizdis P., Tarvydas R., Vonsavičius V. (1994) „Lietuvos geologija“, Vilnius
12. Juodkasis V. (2003) „Regioninės hidrogeologijos pagrindai“
13. Juodkasis V. ir kt. (1982) „Baltijos šalių prekvartero uolienuų hidrogeologinis M 1:500 000 žemėlapis“
14. Juodkasis V., Gregorauskas M., Mokrik R. (2012) „Regioninė Hidrogeodinamika“, Vilnius
15. Jurgaitis Arn., Mokrik R. (1990) „Baltijos artezinio baseino permio-famenio vandeningojo komplekso požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi ypatumai“ Geologija, Vilnius
16. Kadūnas K., Pūtys P., Gedžiūnas P., (2018) „Lietuvos požeminis vanduo. Hidrogeologijos atlasas“, LGT, Vilnius
17. LGT (1998) Kretingos ploto kompleksinis geologinis kartografavimas M1:50 000; ataskaitos: Nr. 4685
18. LGT (2003) Mažeikių ploto kompleksinis geologinis kartografavimas M1:50 000; ataskaitos: Nr. 6197; Nr. 6641; Nr. 6642
19. LGT (2005) Ylakių ploto kompleksinis geologinis kartografavimas M1:50 000; ataskaitos: Nr. 6154; Nr. 6205; Nr. 7488
20. LGT (2011) „Dėl Lietuvos neogeno, paleogeno, kreidos, jūros, triaso, permio, karbono, devono sistemų stratigrafijos klasifikacijų patvirtinimo“ Vilnius, (Nr. 1 – 133)
21. LGT (2011) „Dėl metodinių reikalavimų monitoringo programos požeminio vandens monitoringo dalies rengimui patvirtinimo“ Vilnius, (Nr. 107-5092)
22. LGT (2012) „Dėl ištirtų požeminio vandens (išskyrus pramoninį) išteklių aprobavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ Vilnius, (Nr. 62-3156)

23. LGT (2013) Platelių ploto kompleksinis geologinis kartografavimas M1:50 000; ataskaitos: Nr. 16665; Nr. 19730
24. LGT (2013) Plungės ploto kompleksinis geologinis kartografavimas M1:50 000; ataskaitos: Nr. 19730; Nr. 20208
25. LGT (2015) „Dėl Lietuvos silūros ordoviko, kambro ediakaro sistemų stratigrafinės klasifikacijos patvirtinimo“ Vilnius, (Nr. 1-52)
26. Mendizabal I., Suyfzand P. J., Wiersma A. P. (2010) „Hydrochemical system analysis of public supply well fields, to reveal water-quality patterns and define groundwater bodies: The Netherlands“
27. Mokrik R.(2003) „Baltijos Baseino Paleohidrogeologija“, Vilnius
28. Mokrik R., Mažeika J. (2006) „Hydrochemija“, Vilnius
29. Mokrik R., Mažeika J., Baublytė A., Martma T. (2008) „The groundwater age in the Middle – Upper Devonian aquifer“
30. Mokrik R., Zuzevičius A., Petkevičius R. (2000), „Baltijos baseino Pernu-Tilžės vandeningo komplekso paleohidrogeologinė raida“ Litosfera, Vilnius
31. Paplauskas E., Šeirys N., Visockienė Ž. (2019) „Sanatorijos „Gradiali“ požeminio mineralinio vandens vandenvietės Vanagupės g. 15, Palangoje, išteklių įvertinimo ir apsaugos zonos projekto hidrogeologinė ataskaita“ UAB „Artva“, Vilnius
32. Paškevičius J. (1994) „Baltijos respublikų geologija“, Vilnius
33. Pinnekeris E. V., Tolstichin N. I., (1980) „Mineralinis vanduo“, Novosibirskas
34. Scotler R. L., Frappe S. K., Ruskeeniemi T., Pitkanen P., Blowes D.W. (2012) „The interglacial – glacial cycle and geochemical evolution of Canadian and Fennoscandian Shield groundwaters“
35. Shestakov V.M. (1979) „Dinamika podzemnych vod“, Maskva
36. Starinsky A., Katz A. (2002) „The formation of natural cryogenic brines“
37. Šeirys N., Bernotienė L. (2008) „Petrašiūnų (Pakruojo r.) gyventojams vėl tiekamas geros kokybės vanduo“ Vandentvarka LVTA informacinis leidinys Nr. 33
38. Šeirys N., Stravinskis V., Kmeliauskaitė J. (2011) „Viešbučio „Palanga“ vandenvietės (Gręžinio nr. 47543) Birutės al. 52, Palangoje, Požeminio vandens eksploatacinių išteklių įvertinimas“ UAB „Artva“, Vilnius
39. Tovaišas V., Šonta Z., Gurevičienė G., Valiukevičius J., Meškauskas V. (1974) „Ataskaita apie Lietuvos TSR Palangos kurorto mineralinių vandenų žvalgybą“, Vilnius
40. UAB „ARTVA“ (2018) „Požeminio mineralinio vandens gavybos įrenginio Vanagupės g. 15, Palangos M. Projektas“, Vilnius
41. Zubari W. K. (1998) „The Dammam aquifer in Bahrain – Hydrochemical characterization and alternatives for management of groundwater quality“

PRIEDAI

1. 1 priedas. Tyrimų plote esančių vandenviečių žemėlapis
2. 2 priedas. Elektrometrinių tyrimų kreivė
3. 3 priedas. Hidrogeologinis – geologinis pjūvis Palanga - Kužiai
4. 4 priedas. Hidrogeologinis – geologinis pjūvis Nida – Skuodas
5. 5 priedas. Hidrogeologinis – geologinis pjūvis Palanga
6. 6 priedas. Hidrogeologinių pjūvių legenda
7. 7 priedas. Hidrocheminių analizių skaičiavimo rezultatai
8. 8 priedas. Infiltrogeninių ir sedimentogeninių sūrymų įvertinimo rezultatai
9. 9 priedas. Papildomų koeficientų skaičiavimo rezultatai
10. 10 priedas. Privestinio spūdzio skaičiavimo rezultatai
11. 11 priedas. Šventosios – Upninkų vandeningojo komplekso hidrocheminio zoniškumo žemėlapis.

TYRIMŲ PLOTE ESANČIŲ VANDENVIEČIŲ ŽEMĖLAPIS



LEGENDA

tyrimų plotas

PREKVARTERO UOLIENŲ INDEKSAI

- K2cp
- K1js
- J3až
- J2sk-pr
- J2pp
- T1
- P2

Požeminio vandens vandenviečių išteklių kiekis - tūkst. m³/d

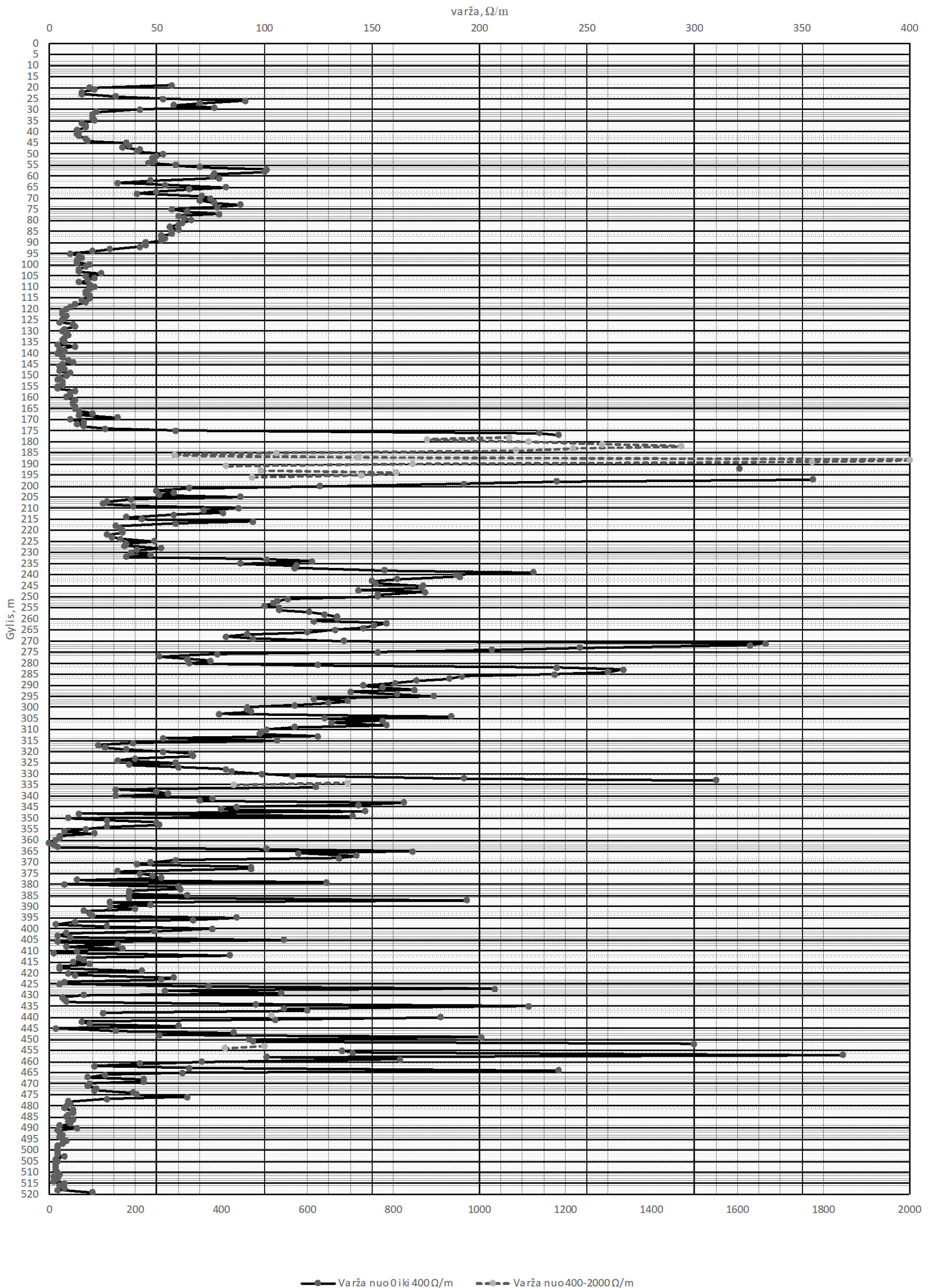
- Q
- Q; P2+D3žg
- Q
- K2+K1
- J3cl
- P2
- P2+D3žg
- D3žg
- D3fm
- D3sv+D2up

ELEKTROKAROTAŽAS

ELEKTROMETRINIŲ TYRIMŲ KREIVĖ

GREŽINIO Nr. 6281
 Užsakovas -
 Gręžinio adresas Vanagupės g. 15, Palanga
 Gręžėjas J. Vitkauskas

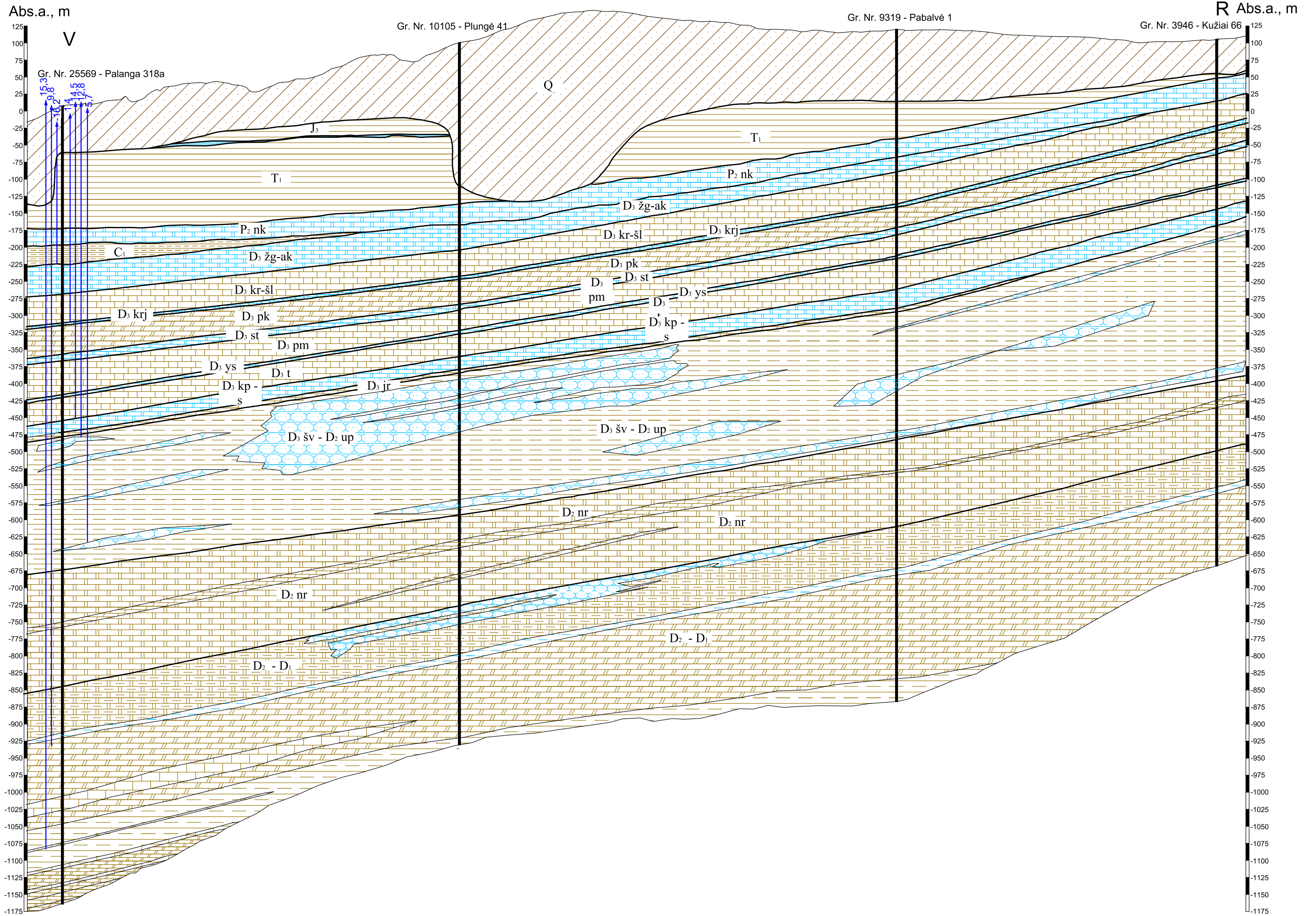
Registracijos data 2019 04 30
 Geof. Aparat. UKS-1/A1.4M0.3N
 Geofizikas A. Mariničėvas



GEOLOGINIS - HIDROGEOLOGINIS PJŪVIS

M_H 1:385 000 M_V 1:5000

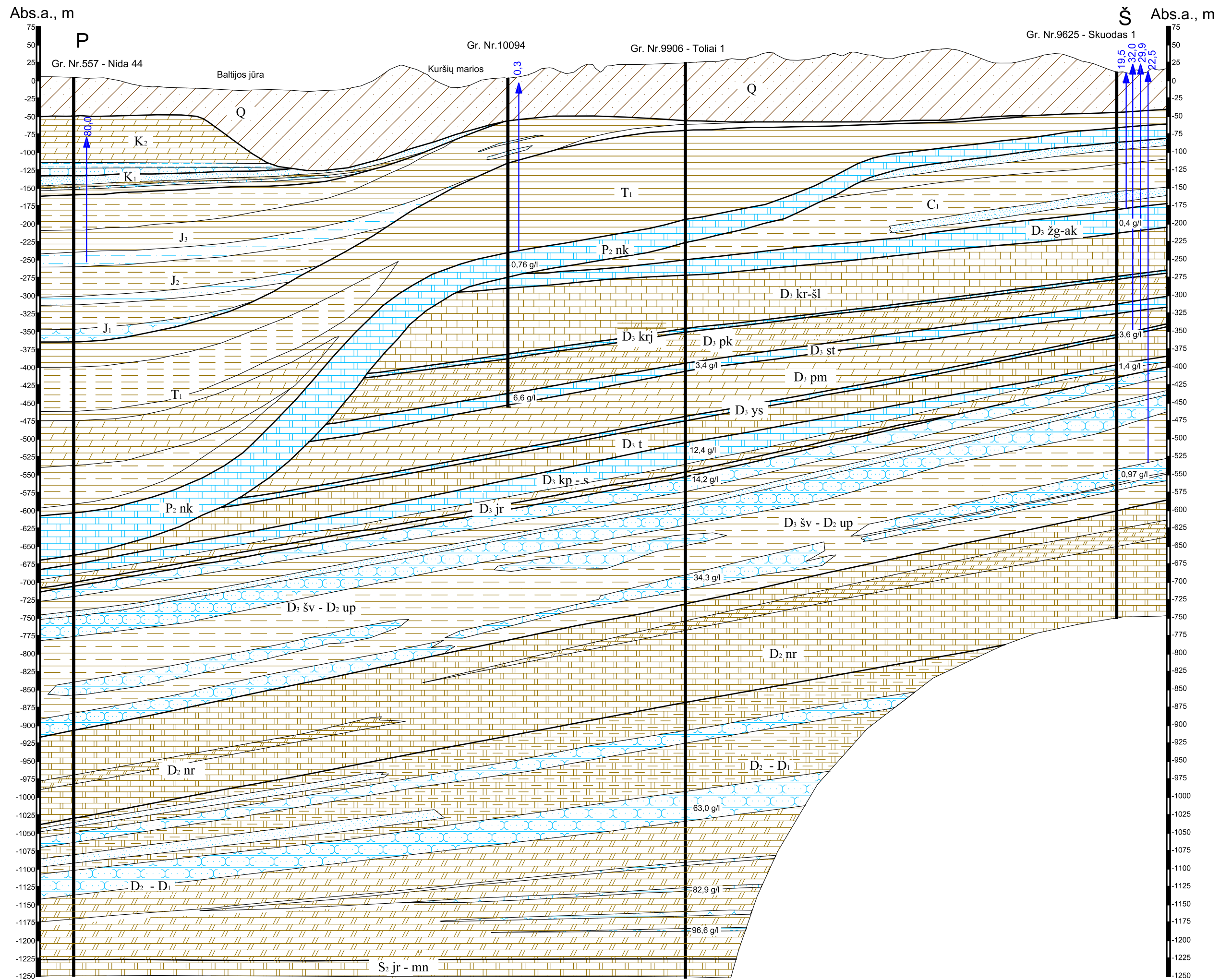
HIDROGEOLOGINIS - GEOLOGINIS PJŪVIS PALANGA - KUŽIAI



GEOLOGINIS - HIDROGEOLOGINIS PJŪVIS

HIDROGEOLOGINIS - GEOLOGINIS PJŪVIS NIDA - SKUODAS

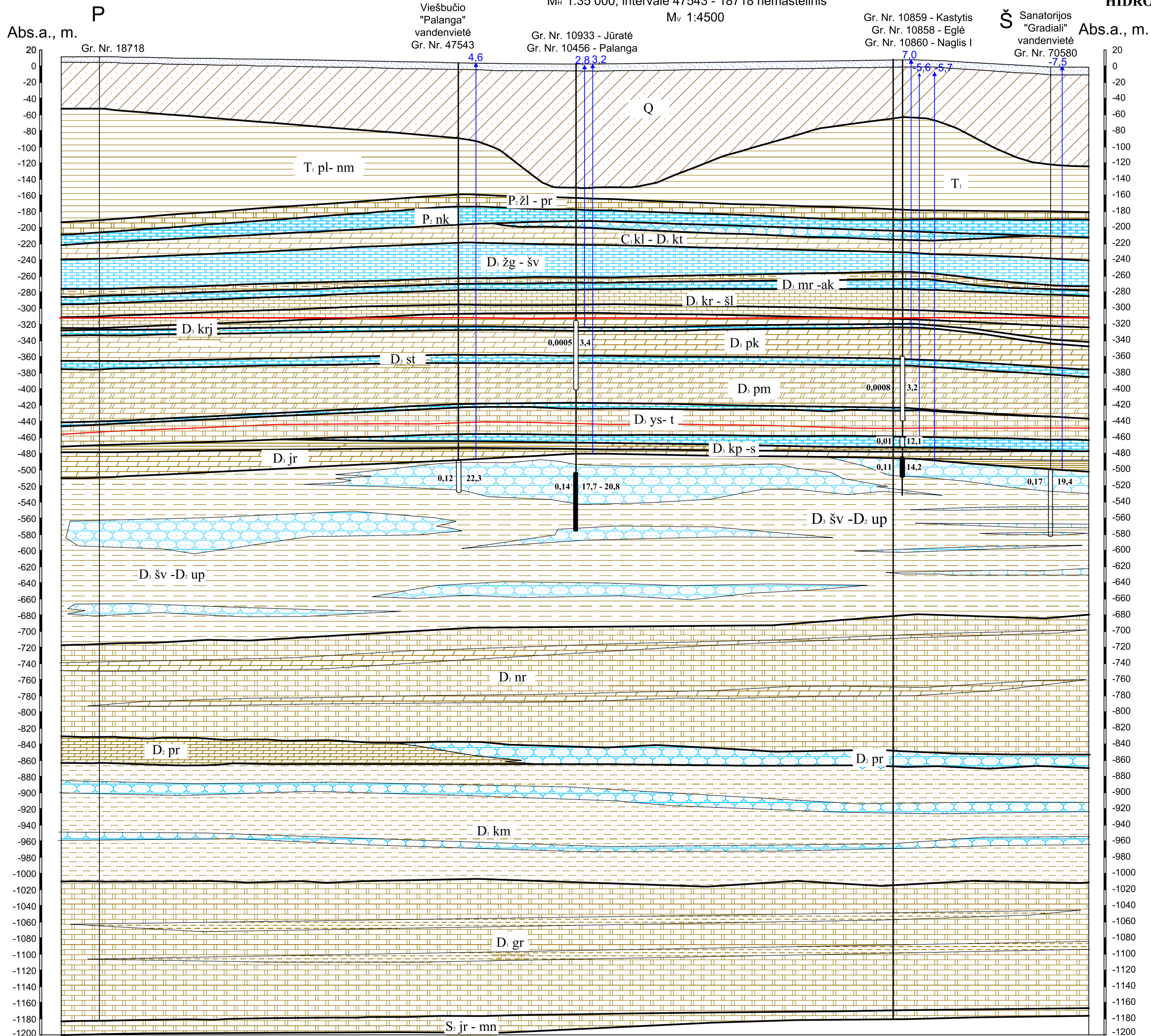
M_H 1:400 000 M_V 1:5000



GEOLOGINIS - HIDROGEOLOGINIS PJŪVIS

M_H 1:35 000, intervalė 47543 - 18718 nemastelinis

HIDROGEOLOGINIS - GEOLOGINIS PJŪVIS PALANGA



SUTARTINIAI ŽENKLAI

Gręžinio išbandymo intervalas:

-dešinėje, vandens bendroji mineralizacija (g/l);
-kairėje, gręžinio savitasis debitas (l/s);

0,01 12,1 - be filtro;

0,11 14,2 - su filtru;

7,0 vandens spūdis ir jo absoliutinis aukštis, m

mineralinio vandens (>1 g/l) hidrocheminės zonos riba;

mineralinio vandens (>10 g/l) hidrocheminės zonos riba;

KVARTERO DANGA

vandeningieji sluoksniai (smėlis, žvirgždas, gargždas);

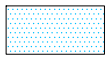
vandenspariniai sluoksniai (moreninis priemolis, priemolis, molis);

PREKVARTERO NUOSĖDINĖ STORYMĖ

Vandeningieji sluoksniai;

Mažai laidūs vandeniui (vandenspariniai) sluoksniai;

PREKVARTERO NUOSĖDINĖ STORYMĖ



Vandeningieji sluoksniai:



Mažai laidūs vandeniui (vandenspariniai) sluoksniai:

Indeksas	Uoliena	Indeksas	Uoliena
K ₂₋₁	smėlis, smiltainis su molio ir aleurito tarp sluoksniais	K ₁	molis, aleuritas, smulkus aleuritingas smėlis
J ₃₋₁	smėlis, smiltainis, klintis su molio, aleurito, mergelio tarp sluoksniais.	J ₃₋₂	molis, argilitas, aleuritas, mergelis
D ₃ žg-ak	dolomitas margaspalvis kaveringas, plyšiuotas, mergelis su klintingo dolomito, smiltainio tarp sluoksniais, klintis;	T ₁ pl-nm	molis tankus, kaveringas, argilitinis vietomis su smiltainiu;
P ₂ nk	klintis porėta, kaveringa, plyšiuota;	P ₂ pr	klintis tanki, argilitinė ir mikrokristalinė;
C ₁ kl	smiltainis, vietomis molingas - aleuritingas;	C ₁ kl-D ₃ kt	mergelis su smiltainiu ir molio tarp sluoksniais;
D ₃ žg-ak	dolomitas margaspalvis kaveringas, plyšiuotas, mergelis su klintingo dolomito, smiltainio tarp sluoksniais, klintis;	D ₃ kr-šl	klintis kieta, masyvi dolomitinė, molinga su mergeliu; mergelis dolomitingas;
D ₃ krj	dolomitas smulkiagrūdis, kaveringas, dolomitinga klintis;	D ₃ pk	mergelis tankus, klintingas, dolomitinis, vietomis smėlingas;
D ₃ st	dolomitas kietas, plyšiuotas su gipso lizdais, smulkiomis kavernomis;	D ₃ pm	mergelis su dolomito ir gipso tarp sluoksniais;
D ₃ ys-t	dolomitas masyvus, kietas, mažai kaveringas ir plyšiuotas, su gipso lizdais;	D ₃ ys-t	dolomitas su mergelio ir gipso tarp sluoksniais, vietomis mergelingas;
D ₃ kp-s	dolomitas su mergelo tarp sluoksniais mažai plyšiuotas, su pavienėmis kavernomis;	D ₃ kp-s	mergelis dolomitinis, tankus; dolomitas su mergelio tarp sluoksniais;
D ₃₋₂ šv-up	smiltainis, silpnai sucementuotas su molio ir aleurito tarp sluoksniais;	D ₃ j	mergelis;
D ₂ nr	sporadiškai paplitęs plyšiuotas dolomitas, klintis	D ₃₋₂ šv-up	molis, aleurolitas su smiltainio tarp sluoksniais;
D ₂ pr	smėlis, smiltainis, vietomis molingas	D ₂ nr	dolomitas, mergelis, klintis, domeritas, molis su klinties ir smiltainio tarp sluoksniais
D ₁ km	smiltainis su aleurolito persiluoksniaivimais	D ₂ pr	smiltainis su molio ir domerito tarp sluoksniais, molingas mergelis, dolomitingi argilitai su aleurolito tarp sluoksniais
S ₂ jr - mn	kaveringas ir plyšiuotas dolomitas, klintis	D ₁ km	molingas aleurolitas, molis, argilitas, dolomitas, konglomeratas su gipso ir dolomito cementu
		D ₁ gr	smėlis molingas, aleurolitas su smiltainio tarp sluoksniais, molingas dolomitas
		S ₂ jr-mn	klintis, dolomitas, karbonatinis argilitas, mergelis, gniutulinė klintis

HIDROCHEMINIŲ ANALIZIŲ SKAIČIAVIMO REZULTATAI

Gręžinio nr.	Geologinis pavadinimas	Geologinis indeksas	Na mekv/l	Cl mekv/l	SO4 mekv/l	Mg mekv/l	HCO3 mekv/l	Būdingieji koeficientai mekv/l			Natrio Sulfatinis		Natrio hidrokarbonatinis		Magnio Chloridinis		Kalčio chloridinis		Metamorfizacijos laipsnis (rNa + rCl)/rHCO3	
								rNa/Cl	rNa-Cl/SO4	rCl-Na/Mg	I sąlyga	II sąlyga	I sąlyga	II sąlyga	I sąlyga	II sąlyga	I sąlyga	II sąlyga		
9346	Salantai-60	D2up-D3šv	7,09	4,99	17,96	3,29	4,69	1,42	0,12	-0,64	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	neatitinka	2,57
10456	Palanga	D2up-D3šv	206,52	249,40	37,84	8,71	10,46	0,83	-1,13	4,92	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	43,60
10456	Palanga	D2up-D3šv	180,20	251,40	23,10	16,06	6,47	0,72	-3,08	4,43	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	66,67
10456	Palanga	D2up-D3šv	183,61	234,88	38,65	15,84	3,64	0,78	-1,33	3,24	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	115,07
10456	Palanga	D2up-D3šv	215,96	291,05	40,47	19,74	3,98	0,74	-1,86	3,80	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	127,23
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	159,68	222,08	37,89	14,45	5,23	0,72	-1,65	4,32	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	73,01
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	159,57	199,44	37,71	14,40	4,90	0,80	-1,06	2,77	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	73,30
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	159,57	199,44	37,71	14,40	4,90	0,80	-1,06	2,77	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	73,30
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	374,20	525,00	4,91	31,03	9,96	0,71	-30,69	4,86	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	90,29
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	389,13	539,44	49,79	37,45	2,86	0,72	-3,02	4,01	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	325,00
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	389,15	539,52	49,91	37,52	2,99	0,72	-3,01	4,01	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	310,83
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	389,13	539,44	49,79	37,45	2,86	0,72	-3,02	4,01	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	325,00
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	126,48	154,70	31,50	10,58	4,94	0,82	-0,90	2,67	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	56,93
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	126,48	154,70	31,50	10,58	4,94	0,82	-0,90	2,67	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	56,93
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	122,91	151,15	35,29	11,44	4,86	0,81	-0,80	2,47	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	56,43
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	122,91	151,15	35,29	11,44	4,86	0,81	-0,80	2,47	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	56,43
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	2,68	0,98	17,50	3,37	4,37	2,73	0,10	-0,50	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	0,84
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	2,57	0,96	17,02	3,16	4,12	2,68	0,09	-0,51	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	0,85
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	2,57	0,96	17,08	3,14	4,12	2,69	0,09	-0,51	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	0,86
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	2,47	0,94	17,71	3,10	4,86	2,63	0,09	-0,49	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	0,70
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	2,31	0,93	16,56	3,03	4,49	2,49	0,08	-0,46	atitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	0,72
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	3,26	17,41	22,58	6,13	5,60	0,19	-0,63	2,31	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	3,69
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	41,09	48,45	10,67	3,62	11,88	0,85	-0,69	2,03	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	7,54
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	261,78	349,30	39,79	17,65	4,29	0,75	-2,20	4,96	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	142,58
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	163,48	213,52	28,96	11,85	7,39	0,77	-1,73	4,22	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	51,03
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	242,91	350,99	32,00	20,62	4,12	0,69	-3,38	5,24	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	144,06
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	226,91	331,63	37,40	21,09	4,45	0,68	-2,80	4,97	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	125,54
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	241,61	348,00	37,63	20,73	4,29	0,69	-2,83	5,13	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	137,58
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	233,48	327,80	41,27	21,19	3,96	0,71	-2,29	4,45	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	141,77
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	248,09	351,44	39,54	20,58	4,08	0,71	-2,61	5,02	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	146,88
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	247,74	352,62	37,04	19,80	3,55	0,70	-2,83	5,30	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	169,07
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	251,74	359,04	41,83	20,56	3,96	0,70	-2,57	5,22	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	154,27
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	217,83	305,77	41,27	20,21	5,43	0,71	-2,13	4,35	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	96,45
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	233,48	306,48	45,21	19,47	4,29	0,76	-1,61	3,75	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	125,99
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	212,61	307,15	42,96	23,48	6,08	0,69	-2,20	4,03	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	85,50
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	175,65	228,17	36,56	13,83	4,53	0,77	-1,44	3,80	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	89,13
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	198,70	259,15	39,04	16,30	4,45	0,77	-1,55	3,71	neatitinka	atitinka	neatitinka	neatitinka	atitinka	neatitinka	atitinka	atitinka	atitinka	102,91

INFILTROGENINIŲ IR SEDIMENTOGENINIŲ SŪRYMŲ ĮVERTINIMO REZULTATAI

Gręžinio nr.	Objekto pavadinimas	Geologinis indeksas	Bromidai mg/l	Chloridai mg/l	Natrio jonas mg/l	Na mekv/l	Cl mekv/l	Cl/Br g/l	Br/(Cl*0,001) g/l	<i>rNa/rCl rezultatas</i>	<i>Cl/Br rezultatas</i>	<i>Br/(Cl*0,001) g/l rezultatas</i>
10456	Palanga	D2up-D3šv	54,5	9236,4	4637,7	201,64	260,18	169,48	5,90	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
10456	Palanga	D2up-D3šv	68,6	8338,1	4223	183,61	234,88	121,55	8,23	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
10456	Palanga	D2up-D3šv	62,78	10332,31	4967	215,96	291,05	164,58	6,08	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	43,2	7884	3672,6	159,68	222,08	182,50	5,48	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	114,3	19153	8950,5	389,15	539,52	167,57	5,97	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
26418	TICHĖ	D2up-D3šv	0,4	26,2	89,6	3,90	0,74	65,50	15,27	infiltrogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
26418	TICHĖ	D2up-D3šv	0,4	44,6	80,4	3,50	1,26	111,50	8,97	infiltrogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
26418	TICHĖ	D2up-D3šv	0,2	37,4	64,2	2,79	1,05	187,00	5,35	infiltrogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	53,2	10880	5370	233,48	306,48	204,51	4,89	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	8100	4040	175,65	228,17	137,76	7,26	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	9200	4570	198,70	259,15	156,46	6,39	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	10030	4960	215,65	282,54	170,58	5,86	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai

PAPILDOMŲ KOEFICIENTŲ SKAIČIAVIMO REZULTATAI

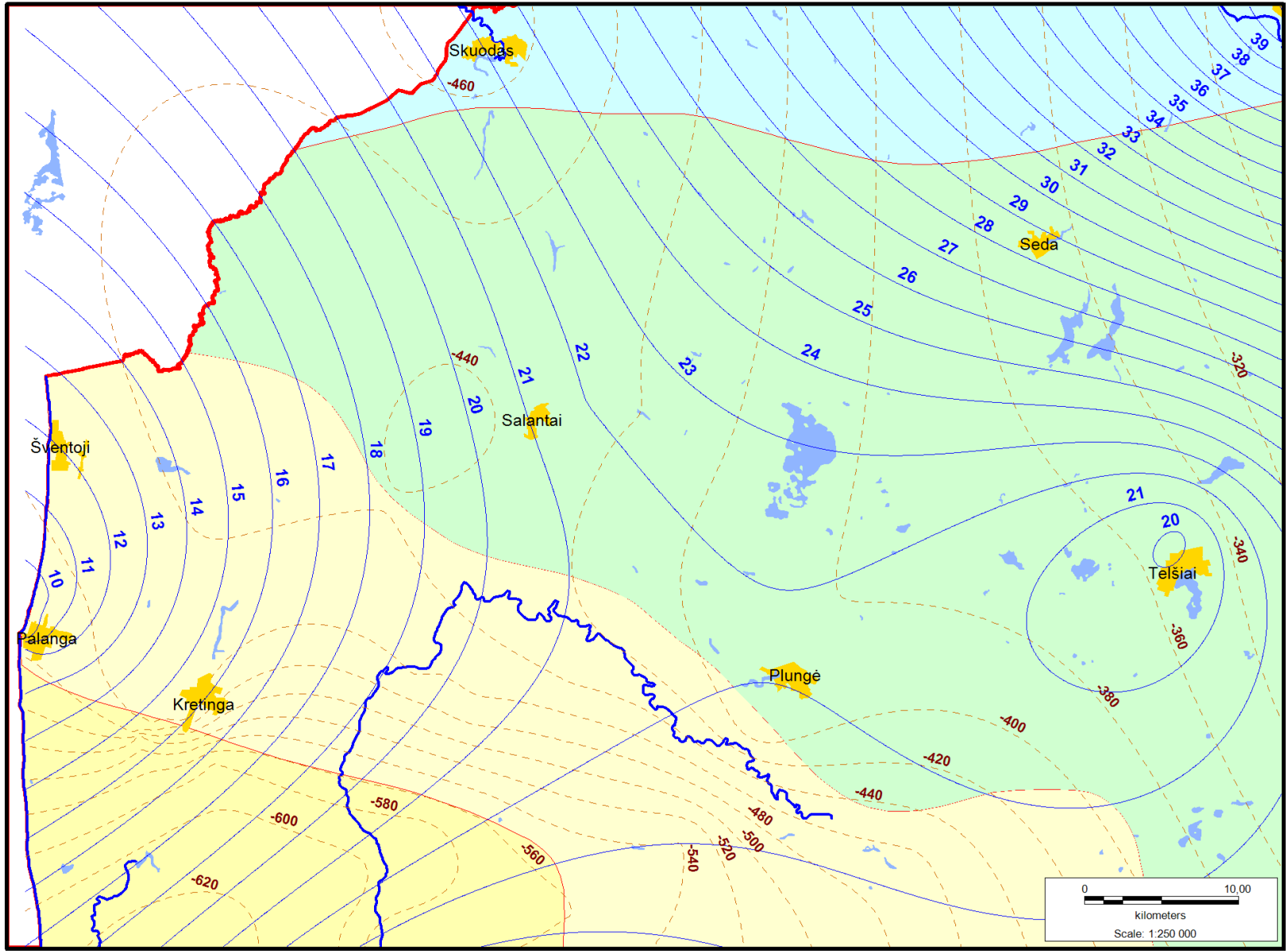
Gręžinio nr.	Objekto pavad.	Geologinis indeksas	Bromidai mg/l	Natrio jonas mg/l	Chloridai mg/l	Cl/Br g/l	Br/(Cl*0,001) g/l	Cl/Br rezultatas	Br/(Cl*0,001) g/l rezultatas	Br (mekv/l)	rBr/rCl (mekv/l)	Na/Cl mg/l	100*Br/Cl mg/l
10456	Palanga	D2up-D3šv	58,39		11132,78	190,66	5,24	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7308	0,0023		0,524
10456	Palanga	D2up-D3šv	58,25		11091,54	190,41	5,25	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7290	0,0023		0,525
10456	Palanga	D2up-D3šv	58,52		10915,5	186,53	5,36	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7324	0,0024		0,536
10456	Palanga	D2up-D3šv	55,33		9252,33	167,22	5,98	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,6925	0,0027		0,598
10456	Palanga	D2up-D3šv	62,78	4967	10332,31	164,58	6,08	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7857	0,0027	0,481	0,608
10456	Palanga	D2up-D3šv	67,56		11102,58	164,34	6,09	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8456	0,0027		0,609
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	68,63		11203,3	163,24	6,13	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8589	0,0027		0,613
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	69,69		11298,22	162,12	6,17	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8722	0,0027		0,617
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	69,16		11273,76	163,01	6,13	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8656	0,0027		0,613
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	68,63		10900,46	158,83	6,30	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8589	0,0028		0,630
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	69,16		11479,15	165,98	6,02	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8656	0,0027		0,602
10860	Naglis-1	D2up-D3šv	68,63		11113,68	161,94	6,18	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,8589	0,0027		0,618
10874	Žilvinas-1	D2up-D3šv	114,3	8950,5	19153	167,57	5,97	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,4305	0,0027	0,467	0,597
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	99,64		17676,44	177,40	5,64	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,2471	0,0025		0,564
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	98,43		17515,74	177,95	5,62	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,2319	0,0025		0,562
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	104,27		17087,22	163,87	6,10	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,3050	0,0027		0,610
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	104,41		17098,65	163,76	6,11	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,3068	0,0027		0,611
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	106,4		16910,36	158,93	6,29	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,3317	0,0028		0,629
13593	Naglis-2	D2up-D3šv	103,44		17149,16	165,79	6,03	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,2946	0,0027		0,603
18652	Žilvinas-2	D2up-D3šv	59,58		18658,8	313,17	3,19	infiltrageniniai sūrymai	infiltrageniniai sūrymai	0,7457	0,0014		0,319
18652	Žilvinas-2	D2up-D3šv	59,8		18595,22	310,96	3,22	infiltrageniniai sūrymai	infiltrageniniai sūrymai	0,7484	0,0014		0,322
18652	Žilvinas-2	D2up-D3šv	114,38		18801,3	164,38	6,08	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,4315	0,0027		0,608
18652	Žilvinas-2	D2up-D3šv	108,13		18710,11	173,03	5,78	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,3533	0,0026		0,578
18652	Žilvinas-2	D2up-D3šv	108,67		18519,16	170,42	5,87	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	1,3601	0,0026		0,587
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	0,4	89,6	26,2	65,50	15,27	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,0050	0,0068	3,420	1,527
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	0,4	80,4	44,6	111,50	8,97	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,0050	0,0040	1,803	0,897
26418	TICHÉ	D2up-D3šv	0,2	64,2	37,4	187,00	5,35	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,0025	0,0024	1,717	0,535
47543	Viešb. "Palanga"	D2up-D3šv	53,2	5370	10880	204,51	4,89	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,6658	0,0022	0,494	0,489

70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	4040	8100	137,76	7,26	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7359	0,0032	0,499	0,726
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	4570	9200	156,46	6,39	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7359	0,0028	0,497	0,639
70580	Viešb. "Gradiali"	D2up-D3šv	58,8	4960	10030	170,58	5,86	sedimentogeniniai sūrymai	sedimentogeniniai sūrymai	0,7359	0,0026	0,495	0,586

PRIVESTINIO SPŪDŽIO SKAIČIAVIMO REZULTATAI

Gręžinio numeris	Gręžinio data	Pirminis numeris	Gręžinio Gylis m.	Geologinis indeksas	Kraigas m.	Padas m.	Kraigo abs. a. m.	Žiotys abs. a. m.	Statinis lygis m.	Abs. a. statinio lygio Hs= y + z m.	Mineralizacija g/l	Privestinis spūdis abs. a. m.	Skirtumas faktinio ir privestinio spūdžio abs. a. m.
9346	1971.06.04	Salantai-60	1210,3	D2up-D3šv	491	699	-425,03	65,97	44,3	21,67	1,6	22,12	0,45
9625	1960.01.01	Skuodas-40	755,2	D2up-D3šv	422,5	579,6	-401,57	20,93	-1,60	22,53	0,97	22,95	0,42
10084	1966.11.10	Gargždai-40	1054,4	D2up-D3šv	593,6	787	-567,61	25,99	12,4	13,59	35	28,12	14,53
10456	1959.01.01	Palanga	565	D2up-D3šv	494,5	565	-492,06	2,44	-8,08	10,52	17,7	16,55	6,03
10860	1974.01.01	Naglis-1	530	D2up-D3šv	487,5	502	-479,3	8,20	13,86	-5,66	15	-0,92	4,74
10874	1973.01.01	Žilvinas-1	700	D2up-D3šv	666,6	681	-657,92	8,68	5,73	2,95	33	18,81	15,86
13593	1990.30.08	Naglis-2	504	D2up-D3šv	487	504	-477	10,00	13,00	-3,00	15	7,43	10,43
18652	1986.01.01	Žilvinas-2	700	D2up-D3šv	486	682	-477,3	8,70	9,00	-0,30	31,5	10,67	10,97
25569	1972.01.01	Palanga-318a	1174,1	D2up-D3šv	664,3	680,4	-655,83	8,47	0,38	8,09	34,7	24,69	16,60
26418	1998.04.12	TICHĖ	715	D2up-D3šv	676	689	-535,98	140,02	120,8	19,22	1,3	19,78	0,56
47543	2011.13.06	3961	522	D2up-D3šv	481	522	-476,6	4,40	0,20	4,20	22,87	11,89	7,69
70580	2019.05.07	6281	570	D2up-D3šv	488	515	-481,67	6,33	0,90	5,43	14	9,81	4,38
70580	2019.05.07	6281	570	D2up-D3šv	522	567	-515,67	6,33	-1,15	7,48	19,5	14,54	7,06

ŠVENTOSIOS – UPNINKŲ VANDENINGOJO KOMPLEKSO HIDROCHEMINIO ZONIŠKUMO ŽEMĖLAPIS



LEGENDA

- Tyrimų plotas
- Lietuvos Respublikos sausumos siena
- Miestai - Gyvenvietės**
- Palanga
- Ežerai**
-
- Upės**
-
- Absoliutus D2up-D3šv kraigo aukštis**
- izohipsė
- Abs. D2up-D3šv privestinis spūdis**
- izolinija
- Vandeningojo komplekso hidrocheminis zoniškumas**
- Gėlo vandens zona
- Natrio sulfatinio vandens zona
- Natrio chloridinio vandens zona mineralizacija <35 g/l
- Natrio chloridinio vandens zona mineralizacija >35 g/l